

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 № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

профиль

Радиоэкология и радиационная безопасность

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- ознакомление студентов с проблематикой обеспечения безопасной эксплуатации АЭС, выработка у студентов навыков соответствующих оценок и использования необходимых методик и подходов, приобщение студентов к так называемой "культуре безопасности".

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- обучение студентов навыкам проектирования эффективных и безопасных ЯЭУ;
- обучение студентов использованию современной вычислительной техники и компьютерных кодов для инженерных расчетов, протекающих в ЯЭУ процессов;
- обучение студентов работе с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками.

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 бакалавриата: «Ядерная физика», «Ядерные технологии».

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Основы ядерного нераспространения и безопасного обращения с ядерными материалами», «Актуальные вопросы инженерной защиты», «Аварийная готовность и реагирование», научно-исследовательская работа, преддипломная практика, выполнение магистерских диссертаций.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 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-3	Способен оценивать перспективы развития	З-ПК-3 Знать достижения научно-технического прогресса;

	атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности	У-ПК-3 Уметь применять полученные знания к решению практических задач; В-ПК-3 Владеть методами моделирования физических процессов;
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)
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	36
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	112
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
1-4	1.	Критерии безопасности объектов ядерных технологий	6	3	-	-	45
1-2	1.1.	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности	2	2	-	-	15
3	1.2.	Анализ крупных аварий на атомных станциях	2	-	-	-	15
4	1.3.	Концепция внутренней безопасности	2	1	-	-	15
5-16	2.	Оценка риска объектов ядерных технологий	10	13	-	-	67
6-8	2.1.	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ)	2	4	-	-	15
9-10	2.2.	Элементы теории вероятностей	2	3	-	-	15
11-12	2.3.	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	3	2	-	-	15
13-16	2.4.	Методы оценки надежности ЯЭУ	3	4	-	-	22
		Всего:	16	16	-	-	112

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
1-4	1.	Критерии безопасности объектов ядерных технологий	
1-2	1.1.	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности	Типы аварий на ЯЭУ. Особенности систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. систем, качество функционирования которых определяет уровень надежности и безопасности ЯЭУ. Свойства безопасности реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН.
3	1.2.	Анализ крупных аварий на атомных станциях	Описание аварий на ЧАЭС, ТМІ и Фукусима Даичи. Уроки и выводы.
4	1.3.	Концепция внутренней безопасности	Цели и фундаментальные принципы обеспечения безопасности. Требования нормативных документов по безопасности (НП 082-07, НП-001-15, НП-008-16, НП-009-04 и др.). Особенности защит и блокировок различных типов ядерных реакторов. Критерии безопасности. Проекты реакторов повышенной безопасности. Сравнение проектных решений с

			действующими реакторами различных типов. Саморегулирование как принцип обеспечения безопасности.
5-16	2.	Оценка риска объектов ядерных технологий	
6-8	2.1.	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ)	Концепция риска. Уровни ВАБ. Техника построения деревьев отказов и деревьев событий. Примеры построения и использования деревьев при вероятностном анализе безопасности реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН. Учет человеческого фактора и отказов по общей причине. Методики учета человеческого фактора. Базы данных по вероятностям ошибок человека. Оценки надежности элементов и систем как составная часть вероятностного анализа безопасности ЯЭУ.
9-10	2.2.	Элементы теории вероятностей	Независимые и несовместные события. Случайные величины. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин. Вероятностные схемы и вычисление вероятностей событий. Элементы теории случайных процессов. Корреляционные функции случайных процессов на выходе инерционного и колебательного звеньев. Внутренние обратные связи, способы исследования устойчивости. Дифференцируемость в среднеквадратических случайных процессах.
11-12	2.3.	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Количественные характеристики надежности. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия. Надежность параллельного и последовательного соединения элементов. Резервирование (элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др.). Потоки восстановления. Типовые законы надежности. Физический смысл типовых законов надежности и возможности их использования в различных исследовательских ситуациях. Учет контроля исправности, старения элементов. Методы оценки надежности изделий, отказы которых редки или не наблюдались вообще. Нормирование надежности. Учет интенсивности эксплуатации изделия и ошибок персонала при нормировании надежности.
13-16	2.4.	Методы оценки надежности ЯЭУ	Количественные характеристики надежности ЯЭУ (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности, коэффициент использования установленной мощности, коэффициент восстановления и др.). Модель "нагрузка - предел работоспособности". Методы оценки теплотехнической надежности ЯЭУ. Учет фактора целенаправленного воздействия на параметры, а также погрешностей их контроля и регулирования при оценке эксплуатационной надежности ЯЭУ. Примеры оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ.

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	1.	Критерии безопасности объектов ядерных технологий	
1-2	1.1.	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности	Углубленный разбор особенностей проектирования систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. Отличие данных систем реализованных в проектах реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН.
3	1.2.	Анализ крупных аварий на атомных станциях	-
4	1.3.	Концепция внутренней безопасности	Выполнение сравнительного анализа проектных решений с действующими реакторами различных типов. Подробное рассмотрение саморегулирования как принципа обеспечения безопасности.
5-16	2.	Оценка риска объектов ядерных технологий	
6-8	2.1.	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ)	Разбор задач на усвоение понятия «Риск». Рассмотрение задач, решаемых на каждом из трех уровней ВАБ. Разбор задач на построение деревьев отказов и деревьев событий для конкретных систем АЭС. Разбор задач по учету человеческого фактора и отказов по общей причине.
9-10	2.2.	Элементы теории вероятностей	Разбор задач на основные правила Булевой алгебры. Доказательство формулы полной вероятности. Решение задач с использованием формул умножения и сложения вероятностей, последнее рассматривается для случая совместных и несовместных событий. Применение формулы Байеса.
11-12	2.3.	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Разбор задач на оценку надежности параллельного и последовательного соединения элементов, а также задачи оценки надежности систем с комбинированным резервированием, включая: элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др. Разбор примеров оценки надежности изделий, отказы которых редки или не наблюдались вообще.
13-16	2.4.	Методы оценки надежности ЯЭУ	Углубленное рассмотрение модели "нагрузка - предел работоспособности", а также методов оценки теплотехнической надежности ядерных энергетических технологий. Разбор примеров оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ.

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>);
1. Раздаточный материал справочных таблиц
 2. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Критерии безопасности и оценка риска» www.samokhin.ucoz.ru
 3. Волков Ю.В. Надежность и безопасность ЯЭУ: учеб. пособие по курсу «Надежность и безопасность ЯЭУ» / Ю.В. Волков – Обнинск: ИАТЭ, 1997. – 102 с. 14 экземпляров.
 4. Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная энергетика».

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, 1 семестр			
1.	Раздел 1	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Коллоквиум
2.	Разделы 2	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Контрольная работа
Промежуточная аттестация, 1 семестр			
	Экзамен	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 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.

Текущий контроль осуществляется семь раз в семестр: шесть контрольных точек № 1 (*коллоквиумы*) и контрольная точка № 2 (*контрольная работа*).

Результаты текущего контроля 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>Коллоквиум</i>	7	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Контрольная работа</i>	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<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.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях 5 баллов (но суммарно за семестр не больше, чем 60)

Штрафы: за несвоевременное участие в коллоквиуме и контрольной работе максимальная оценка может быть снижена на 20%.

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»	E	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			
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. Кузнецов И.А., Поплавский В.М. Безопасность АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. / Под общей редакцией члена-корреспондента АН РФ В.И. Рачкова. – М.: ИздАт, 2012. – 632 с. - 9 экз.

2. Антонов А.В., Никулин М.С. Статистические модели в теории надежности: Учебное пособие. – М.: Абрис, 2012. – 390.: ил. -98 экз.
3. Каштанов В.А., Медведев А.И. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2010. – 608 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59517
4. Гаенков В.П. Безопасность технических систем: методологические аспекты теории, метода анализа и управления безопасностью. – Санкт - Петербург: СВЕН, 2014. – 366 с. - 90 экз.
5. Труханов В.М., Матвеев А.М. Надежность сложных систем на всех этапах жизненного цикла. – 2-е изд. – М.: ООО «Издательский дом «Спектр», 2016. – 664 с. – 98 экз.

б) дополнительная учебная литература:

1. Волков Ю.В. Надежность и безопасность ЯЭУ, Учебное пособие. – Обнинск: Изд. ИАТЭ, 1997. 14 экз.
2. Волков Ю.В., Дугинов О.Б., Клинов Д.А. Надежность и безопасность ЯЭУ. Уч. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. – Изд. ИАТЭ, 2005. 8 экз.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1987. 47 экз.
4. Основные принципы безопасности атомных электростанций. – Изд. МАГАТЭ. Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-3. – Вена, 1988. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154393.pdf
5. Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (П-01-01-2005). Раздел II. Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. – М.:Госатомнадзор РФ, 2003. <http://www.znakcomplect.ru/dokumenty2/example/p-01-01-2005-perechen-normativnyx-pravovyx-aktov-i-normativnyx-dokumentov-otnosyaschixsya-k-sfere-deyatelnosti-federalnoi-sluzhby-po-ekologicheskomu-texnologicheskomu-i-atomnomu-nadzoru.html>

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

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.05.2017).
2. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ: [Электронный ресурс] URL: http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm (Дата обращения: 10.05.2017).
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ: [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2017).
4. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ: [Электронный ресурс] URL: http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm (Дата обращения: 10.05.2017).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти

	ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Подготовка к коллоквиуму	При подготовке к коллоквиуму необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по конструкциям ядерных реакторов. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к коллоквиуму нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и формулы по темам домашнего задания. Решая упражнения и задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. Решить типовую задачу из данной темы на доске с преподавателем. Написать план решения задач, попробовать на его основе решить 1-2 аналогичные задачи самостоятельно. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Контрольная работа	При выполнении домашних и индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет-источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

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.ру/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

Учебная аудитория для лекционных и практических занятий оборудована 20 посадочным местом. Аудитория оборудована мультимедийным оборудованием. Доска.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

Применяемые на лекционных занятиях

- Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов)
- Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций)

Применяемые на практических работах

- Технология активного обучения (визуальные практические занятия с разбором конкретных специализированных задач).
- Технология интерактивного обучения (мозговой штурм: группа получает задание, далее предполагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, затем из общего числа высказанных идей отбираются наиболее удачные, которые могут быть использованы при написании программных модулей).

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности	Лекция/ практические занятия	6	Лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
2	Анализ крупных аварий на атомных станциях	Лекция/ практические занятия	4	Лекция-беседа
3	Концепция внутренней безопасности	Лекция/ практические занятия	5	Лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
4	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ)	Лекция/ практические занятия	9	Лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
5	Элементы теории вероятностей	Лекция/ практические занятия	8	Лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
6	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Лекция/ практические занятия	7	Лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
7	Методы оценки надежности ЯЭУ	Лекция/ практические занятия	9	Лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах

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

Темы для самостоятельного изучения

1. Физическая интерпретация общего распределения Эрланга.

2. Коэффициенты реактивности для идеализированного гомогенного реактора.
3. Накопление изотопов плутония в быстром и тепловом реакторах.
4. Особенности построения системы управления и защиты.
5. Характеристики ядерного топлива.
6. Изменение физических особенностей реакторной установки ВВЭР-1000 при смене легководяного замедлителя на тяжеловодный замедлитель.
7. Зависимость среднего сечения осколков деления от времени работы реактора на тепловых нейтронах.
8. Назовите основные этапы расчета надежности систем.
9. Требования на содержание данных по показателям надежности различных элементов и систем.
10. Этапы проектирования ЯЭУ, на которых необходимо обосновывать безопасность ядерной энергетической установки.

Вопросы для самоконтроля

1. Зависимость сечений от энергии для основных реакторных нуклидов (топливные, сырьевые, замедлители, поглотители)?
2. Распределение осколков деления по массам?
3. Процессы упругого и неупругого рассеяния, радиационного захвата?
4. Энергетическая зависимость сечения водорода (упругое и захват)?
5. Отличие гомогенной и гетерогенной структуры активной зоны ядерного реактора?
6. Ядерные концентрации, Поток, Скорости процессов?
7. Процедура оценки показателей надежности элементов систем, отказ которых не наблюдался за прошедший период эксплуатации?
8. Назовите способы увеличения надежности систем, эксплуатируемых на АЭС.
9. Требования к проектам в плане безопасности?
10. Цель анализа надежности?

14.3. Краткий терминологический словарь

БН – быстрый натриевый реактор.

ВАБ – вероятностный анализ безопасности.

ВВЭР – водо-водной энергетический реактор.

РБМК – реактор большой мощности канальный.

ЧАЭС – чернобыльская атомная электрическая станция.

ЯЭУ – ядерная энергетическая установка.

TMI – Three Mile Island.

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:

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

Рецензенты:

_____ **А.В. Соболев,**
старший преподаватель отделения ЯФиТ(О) НИЯУ МИФИ

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