

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

План одобрен
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аварийные и переходные процессы в ядерных энергетических установках
название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа
Ядерные реакторы
Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

демонстрация и изучение физических механизмов протекания нестационарных процессов в ядерных реакторах

Задачи изучения дисциплины:

- приобретение знаний и навыков самостоятельного анализа состояния ЯУ и оценки безопасности текущего эксплуатационного режима;
- привить правила использования эксплуатационной и технической литературы при решении регламентных заданий.

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

Дисциплина реализуется в рамках относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Физический расчет исследовательских реакторов
- Динамика и безопасность исследовательских реакторов

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Основы проектирования исследовательских реакторов
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе технологическая практика

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 ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2	Способен к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов	З-ПК-2 Знать методы исследования и расчета процессов, происходящих в реакторных установках У-ПК-2 Уметь рассчитывать и проводить исследования процессов, протекающих в реакторных установках В-ПК-2 Владеть навыками применения информационных технологий при разработке новых установок, материалов и приборов

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- 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	- 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.
	- 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.
	- 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 курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для 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.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	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 профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления 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.
	- 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.
	- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24); - 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);	1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной

	- формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла
--	---	---

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	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)	
	Очная	Заочная
	Семестр	Курс
	№ 9	№2
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	32	
В том числе:		
<i>Лекции</i>	-	
<i>практические занятия</i>	32	
<i>лабораторные занятия</i>	-	
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
<i>зачет</i>	+	
<i>экзамен</i>	-	
Самостоятельная работа обучающихся	76	
Всего (часы):	108	
Всего (зачетные единицы):	3	

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

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

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Пр	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Характеристики и пределы режимов ЯЭУ	8	8	0							
1.1.	Характеристики и пределы режимов эксплуатации и аварий. Классификации переходных и аварийных процессов.	1	1	0		8					
1.2.	Режимы нормальной эксплуатации.	1	1	0		8					
1.3	Режимы нарушения нормальной эксплуатации.	2	2	0		8					
1.4	Проектных аварии	3	3	0		8					
1.5	Режимы НЭ и ННЭ в РУ БН-600	1	1	0		8					
2.	Аварии на АЭС	4	4	0							
2.1.	Авария на Чернобыльской АЭС, Тримайл айленд, Фукусима	2	2	0		8					
2.2.	Авария на АЭС Пакш и Такамура	2	2	0		8					
3.	Аварии на специальных установках	4	4	0							
3.1	Аварии с СЦР на АПЛ.	2	2	0		10					
3.2	Аварии с СЦР на критсборках и ядерных технологических объектах.	2	2	0		10					
	Всего	16	16	0		76					

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

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Характеристики и пределы режимов ЯЭУ.	
1.1	Характеристики и пределы режимов эксплуатации и аварий. Классификации переходных и аварийных процессов.	Характеристики и пределы режимов эксплуатации и аварий. Отказы и ошибки персонала. Классификации переходных и аварийных процессов. Критические функции безопасности. Основные аварийные защиты, технологические защиты и блокировки. Пределы повреждения ТВЭЛ. Остаточное энерговыделение в реакторе.
1.2	Режимы нормальной эксплуатации.	Основные параметры и характеристики режимов НЭ.
1.3	Режимы нарушения нормальной эксплуатации.	Пределы изменения параметров в ННЭ. Моделирование режимов ННЭ с отказами, влияющими на управление цепной реакцией (самоходы СУЗ), с отказами по технологическим причинам.
1.4	Проектных аварии	Пределы безопасной эксплуатации и проектной аварии. Пределы повреждения ТВЭЛ при проектных авариях.
1.5	Режимы НЭ и ННЭ в РУ БН-600	Реакторная установка БН-600, общие характеристики и особенности. Малая межконтурная течь натрий-натрий. Малая межконтурная течь вода-натрий.
2	Аварии на АЭС	
2.1	Авария на Чернобыльской АЭС, Тримайл айленд, Фукусима	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварии на Чернобыльской АЭС, Тримайл айленд, Фукусима
2.2.	Авария на АЭС Пакш и Такамура	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварии на АЭС Пакш и Такамура
3	Аварии на специальных установках	
3.1	Аварии с СЦР на АПЛ.	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварий с СЦР на АПЛ
3.2	Аварии с СЦР на критсборках и технологических объектах.	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварий с СЦР на критсборках и ядерных технологических объектах

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Характеристики и пределы режимов ЯЭУ.	
1.1	Характеристики и пределы режимов эксплуатации и аварий. Классификации переходных и аварийных процессов.	Оценка количества тепла на выпаривание воды парогенератора, при его отсечении от контура питательной воды
1.2	Режимы нормальной эксплуатации.	Моделирование режимов ВВЭР-1000: выход в критику-на МКУ, пуск ТПН и ПВД, разворот ТГ, работа с полным и

		неполным числом петель на тренажере
1.3	Режимы нарушения нормальной эксплуатации.	Оценка объема воды гидроемкостей САОЗ. Малая межконтурная течь, оценка расхода течи при разрыве одной трубы ПГ.
1.4	Проектных аварии	Оценка времени до оголения ТВЭЛ реактора типа ВВЭР при разрыве трубопроводов первого контура. Оценка количества тепла от парциркуляционной реакции оболочек ТВЭЛ с теплоносителем
1.5	Режимы НЭ и ННЭ в РУ БН-600	Оценка расхода течи при разрыве одной трубы модуля ПГ.
2	Аварии на АЭС	
2.1	Авария на Чернобыльской АЭС, Тримайл айленд, Фукусима	Оценка требуемой скорости ввода стержней СУЗ Оценка количества тепла необходимого на разогрев и плавление ТВЭЛ реактора типа ВВЭР-1000 и внутрикорпусных элементов. Оценка времени на расплавление корiumом корпуса реактора при нарушении отвода остаточного энерговыделения
2.2.	Авария на АЭС Пакш и Такамура	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварии на АЭС Пакш и Такамура
3	Аварии на специальных установках	
3.1	Аварии с СЦР на АПЛ.	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварий с СЦР на АПЛ
3.2	Аварии с СЦР на критсборках и технологических объектах.	Причины, основные отказы и ошибки персонала, основные черты протекания аварий с СЦР на критсборках и ядерных технологических объектах

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

1. Презентации курса;
2. Раздаточный материал справочных таблиц;
3. Обзор ядерных аварий с возникновением СЦР. Отчет Лос-Аламос LA-13638-TR.

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

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль, 1 семестр			
1.	Характеристики и пределы режимов эксплуатации и аварий. Классификации переходных и аварийных процессов.	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа
2.	Режимы нормальной эксплуатации.	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа
3.	Режимы нарушения нормальной эксплуатации.	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа
4.	Проектных аварии	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа

5.	Режимы НЭ и ННЭ в РУ БН-600	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа
6.	Авария на Чернобыльской АЭС, Тримайл айленд, Фукусима	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Доклад
7.	Авария на АЭС Пакш и Такамура	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Доклад
8.	Аварии с СЦР на АПЛ.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Доклад
9.	Аварии с СЦР на критсборках и ядерных технологических объектах.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Доклад
Промежуточный контроль			
	Зачет		Вопросы для зачета

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы (задания):

1. Важность понимания физических явлений и инженерных ограничений при управлении переходными процессами и аварийными ситуациями на ЯЭУ.
2. Режимы работы ЯЭУ - нормальная эксплуатация (НЭ), нарушения нормальной эксплуатации (ННЭ), аварии проектные (ПА) и запроектные (ЗПА).
3. Принципы единичного отказа, резервирования, глубоко эшелонированной защиты.
4. Система сигнализации на ЯУ.
5. Структура построения СУЗ на исследовательских реакторах.
6. Основные черты протекания аварии на Чернобыльской АЭС.
7. Основные черты протекания аварии Тримайл айленд.
8. Основные черты протекания аварии АЭС Фукусима.
9. Критические функции безопасности.
10. Основные параметры и характеристики режимов НЭ.
11. Пределы изменения параметров в ННЭ.
12. Пределы безопасной эксплуатации и проектной аварии.
13. Основные черты протекания аварий с СЦР на АПЛ.
14. Основные черты протекания аварий с СЦР на критсборках.
15. Классификации переходных и аварийных процессов.
16. Критические функции безопасности.
17. Правила ядерной безопасности реакторных установок.
18. Общие правила безопасности.
19. Основные аварийные защиты, технологические защиты и блокировки.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по экзамену входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационный билет входит 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос билета - 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета.

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- ответил на один из двух вопросов билета.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.2. Контрольная работа №1

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1) Найти количество тепла необходимое для разогрева одного ТВЭЛ с 290 °С до 1200°С. Принять: теплоемкость материала оболочки ТВЭЛ $C_{zt}=320$ Дж/кг×°С; теплоемкость керамического топлива $C_{UO_2}=310$ Дж/кг×°С; высота ТВЭЛ $h=3,2$ м; диаметр оболочки ТВЭЛ $d_{об}=9,1$ мм; толщина $s_{об}=0,12$ мм; диаметр топливного сердечника $d_{UO_2}=8,6$ мм; плотность материала оболочки ТВЭЛ $\rho_{ZR}=6,5$ г/см³; плотность керамики $\rho_{UO_2}=10,8$ г/см³. Изменение перепадов температур (температурных напоров) не учитывать.

2) Найти период критического реактора при вводе в него положительной реактивности $0,8 \times \beta$. Принять: среднюю постоянную распада предшественников запаздывающих нейтронов $\lambda=0,01$ с⁻¹ (1 группа); среднее время жизни поколения нейтронов $l=2 \times 10^{-5}$ с.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

1. знание теоретического материала;
2. умение применить данные знания при решении практических задач;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. умение проанализировать полученный результат.

в) описание шкалы оценивания:

Задача 1 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 20 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

20-30 баллов - контрольная работа засчитывается

0-19 баллов – студент должен переписать контрольную работу.

При переписывании максимальное количество баллов, которые может набрать студент

8.2.3. Доклад

а) типовые темы докладов - образец:

1. Аварии с повреждением активной зоны ядерного реактора на субмаринах. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.

2. Аварии с СЦР на экспериментальных ядерных реакторах. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
3. Аварии на критических сборках. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
4. Аварии при транспортировке и хранении ОТВС и ОЯТ. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
5. Аварии при переработке ОТВС и ОЯТ. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
6. Принцип глубоко эшелонированной защиты.
7. Наиболее вероятные аварии на реакторе

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели и критерии оценки доклада:

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна текста	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	6
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие содержания теме доклада; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.	8
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).	6
4. Соблюдение требований к оформлению	- грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему презентации.	6
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.	4

в) описание шкалы оценивания:

18– 30 баллов – доклад сдан;

0 –17 баллов – студент дорабатывает доклад.

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

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

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (контрольная работа №1) и контрольная точка № 2 (КТ (контрольная работа № 2)).

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

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Контрольная работа №1	18	30
	Контрольная точка № 2		
	Доклад	18	30
Промежуточный	Экзамен		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

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 несвоевременную сдачу (контрольной работы) максимальная оценка может быть снижена на 20%.

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

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен 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 (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

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. Баранник, А.А. Лекции по курсу "Теория переноса нейтрона" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. А. Баранник. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012.
2. Савандер, В.И. Физическая теория ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. И. Савандер, М. А. Увакин. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.2 : Теория возмущений и медленные нестационарные процессы. - [Б. м.], 2013
3. Крючков, Э.Ф. Теория переноса нейтронов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Э. Ф. Крючков, Л. Н. Юрова. - Москва : МИФИ, 2007.

б) дополнительная учебная литература:

1. Белл Д., Глессон С. Теория ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1974.
2. К.Бекуртс, К.Виртц. Нейтронная физика. М., Атомиздат 1968.
3. Основы теории и методов расчета ядерных реакторов. Под ред. Г.А.Батя М.: Энергоатомиздат, 1989г.
4. Коробейников В.В., Клинов Д.А.. Введение в нейтронно-физический расчет реакторов: учебное пособие / В.В. Коробейников, Д.А. Клинов.- Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011. -188 с.

5. Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, переработанное и доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 480 с.

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: 10.05.2018)
2. Электронно-библиотечная система издательство "Лань": [Электронный ресурс] URL: www.e.lanbook.com (Дата обращения: 10.05.2018)
3. Электронно-библиотечная система "НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2018)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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.
Практические занятия	При подготовки к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.

Индивидуальное домашнее задание	При выполнении 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 зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету 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.
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)

12.1. Перечень информационных технологий

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

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

Лекционные/практические занятия:

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

- 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 занятиях

- Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных 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 на практике).

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Колич ество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Характеристики и пределы режимов эксплуатации и аварий. Классификации переходных и	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
2.	Режимы нормальной эксплуатации.	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
3.	Режимы нарушения нормальной эксплуатации.	Лекция/ практические занятия	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
4.	Проектных аварии	Лекция/ практические занятия	6	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
5.	Режимы НЭ и ННЭ в РУ БН-600	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
6.	Авария на Чернобыльской АЭС, Тримайл айленд, Фукусима	Лекция/ практические занятия	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
	Авария на АЭС Пакш и Такамура	Лекция/ практические занятия	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
	Аварии с СЦР на АПЛ.	Лекция/ практические занятия	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм

	Аварии с СЦР на критсборках и ядерных технологических объектах.	Лекция/практические занятия	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
--	---	-----------------------------	---	---

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.