

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 на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ / PHYSICS OF NUCLEAR REACTORS

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

направление/профиль

Radiation technologies in life sciences

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- обучить студентов особенностям физической теории различных типов реакторов и методам проведения нейтронно-физических расчётов.

Задачи изучения дисциплины:

- обучение студентов принципиальным основам цепной реакции деления, ее количественным характеристикам и происходящим изменениям в ядерном реакторе, требующим специальных решений при конструировании реактора;
- дать представление об уравнениях переноса нейтронов и ценности нейтронов среды;
- научить использовать уравнения кинетики для решения задач в области мощностей таких, которые практически не оказывают влияния на технологические параметры реактора (температуру, давление, положение стержней и т.п.) и для построения реактиметра;
- формализовать обратные связи на основе коэффициентов реактивности и построение уравнений динамики на основе точечных уравнений кинетики.

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

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: «Ядерная физика / Nuclear physics», «Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory», «Основы технологий ядерного топливного цикла / Fundamentals of nuclear fuel cycle technology».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок / Principles for ensuring the safety of nuclear power plants», «Эксплуатация ядерных энергетических установок / Operation of nuclear power plants», «Перспективные реакторные установки / Advanced reactor installations», «Атомные электростанции / Nuclear power plants», выполнение научно-исследовательской работы, всех видов практики и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

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

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов	З-ПК-5 Знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов; У-ПК-5 Уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5 Владеть методами проведения предварительного технико-экономического

		обоснования проектных решений при разработке установок и приборов.
ПК-2	Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	З-ПК-2 Знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; У-ПК-2 Уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; В-ПК-2 Владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований
ПК-4	Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO	З-ПК-4 Знать типовые методики планирования и проектирования систем; У-ПК-4 Уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования; В-ПК-4 Владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

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

		формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские 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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); Создание условий, обеспечивающих формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);	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

	Создание условий, обеспечивающих формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	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.
	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24); Создание условий, обеспечивающих формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25); Создание условий, обеспечивающих формирование ответственной	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 ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по

	позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	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	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	32
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия (из них в форме практической подготовки)</i>	16
<i>лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)</i>	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет с оценкой</i>	-
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	112
Всего (часы):	144
Всего (зачетные единицы):	4

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	Вне ауд	СР О
1-2	1.	Принципы работы ядерного реактора	2	2			10
1	1.1	Мощность и количество делений	0,5	0,5			2
1	1.2	Энерговыделение на единицу массы сожженного топлива	0,5	0,5			2

2	1.3	Накопление радиоактивности при работе реактора	0,5	0,5			2
2	1.4	Плотность потока нейтронов и его интегральные представления	0,5	0,5			4
3-4	2	Цепной процесс деления	2	2			10
3	2.1.	Эффективный коэффициент размножения и реактивность	0,5	0,5			2
3	2.2.	Расчет $k_{эфф}$ и ρ через скорости процессов	0,5	0,5			2
4	2.3.	Формула 4-х сомножителей для реакторов на тепловых нейтронах	0,5	0,5			4
4	2.4	Примеры критических масс и размеров	0,5	0,5			2
5-6	3	Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	2	2			10
5	3.1	Односкоростные дифференциальные уравнения для расчета состава тяжелых ядер в функции времени и их решения	0,5	0,5			2
5	3.2.	Динамика состава осколков деления во время работы реактора	0,5	0,5			2
6	3.3.	Глубина выгорания топлива	0,5	0,5			2
6	3.4.	Переходные процессы при отравлении реактора ядрами самария и ксенона, а также при изменениях концентрации непутия	0,5	0,5			4
7-10	4.	Воспроизводство ядерного топлива	4	4			16
7-8	4.1.	Принципиальная возможность воспроизводства, необходимые и достаточные условия	2	2			8
9-10	4.2	Коэффициенты воспроизводства и их связь со временем удвоения развития мощностей	2	2			8
11-14	5.	Обратные связи в реакторе	4	4			20
11	5.1.	Обратные связи атомной электростанции	1	1			8
12	5.2	Обратные связи ядерного реактора и их влияние на безопасность реактора	1	1			8
13-14	5.3.	Естественные и рукотворные пассивные обратные связи (защитные свойства реакторов)	2	2			4
15-16	6.	Запас реактивности и его компенсация	2	2			10
15	6.1.	Необходимость иметь запас реактивности	1	1			5
16	6.2.	Способы компенсации запаса реактивности	1	1			5
		ИТОГО за 7 семестр:	16	16	-	-	112

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-2	1.	Принципы работы ядерного реактора	

1	1.1	Мощность и количество делений	Цепная реакция деления. Баланс нейтронов. Понятие критической массы и критического размера реактора. Работа реактора в энергетическом режиме. Связь мощности и скорости делений. Локальное и пространственное распределение энергии, выделяемой при делении.
1	1.2	Энерговыведение на единицу массы сожженного топлива	Максимальное количество энергии, нормированное на один акт деления ядер, на единицу массы делящихся ядер, на единицу массы топлива, на единицу массы выгруженного топлива.
2	1.3	Накопление радиоактивности при работе реактора	Остаточное энерговыведение (требование резервирования энергопитания ГЦН), невозможность прекращения цепной реакции деления мгновенно. Графики остаточного энерговыведения приближенная формула Ву-Вигнера).
2	1.4	Плотность потока нейтронов и его интегральные представления	Для вычисления различных нейтронно-физических характеристик требуются различные интегральные представления плотности потока нейтронов (спектр нейтронов, количество нейтронов, флюенс нейтронов).
3-4	2	Цепной процесс деления	
3	2.1.	Эффективный коэффициент размножения и реактивность	Качественное описание цепной реакции деления Основные характеристики цепного процесса. Эффективный коэффициент размножения, $k_{эфф}$, и k_{∞} (для бесконечно-протяженной среды). Общая запись для гомогенной системы с однокрупными сечениями. Более важно – отличие, $k_{эфф}$ от 1. Понятие реактивности.
3	2.2.	Расчет $k_{эфф}$ и ρ через скорости процессов	Наиболее общая формула для расчета $k_{эфф}$ и реактивности. Упрощенный расчет в однокрупном представлении. Оценка предельных значений $k_{эфф}$ и ρ . Примеры расчетных значений $k_{эфф}$ и k_{∞} .
4	2.3.	Формула 4-х сомножителей для реакторов на тепловых нейтронах	Идеология формулы. Пояснение сомножителей формулы для гомогенной модели. Расчетная формула вероятности избежать резонансного захвата. Влияние гетерогенного расположения материалов на сомножители. Влияние на $k_{эфф}$ водо-уранового отношения. Влияние водоуранового отношения на коэффициент реактивности по температуре теплоносителя.
4	2.4	Примеры критических масс и размеров	Примеры критических масс и размеров для реакторов цилиндрической, сферической и прямоугольной формой
5-6	3	Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	
5	3.1	Односкоростные дифференциальные уравнения для расчета состава тяжелых ядер в	Уравнение баланса данного нуклида в функции времени. Общий случай решения. Аналитические решения для основных тяжелых ядер. Примеры зависимости количеств нуклида

		функции времени и их решения	в функции времени для теплового и быстрого реактора.
5	3.2.	Динамика состава осколков деления во время работы реактора	Система уравнений для описания накопления осколков деления с одинаковыми массами (изобары). Приближенное решение для данного нуклида при использовании кумулятивного выхода. Количество и радиоактивность после окончания работы реактора. Примеры интегральных характеристик и зависимость их значений от времени после останова реактора. Средние сечения осколков деления в функции времени во время работы реактора.
6	3.3.	Глубина выгорания топлива	Определение глубины выгорания. Причины ограничения глубины выгорания. Единицы измерения глубины выгорания и их связи. Примеры глубин выгорания для реакторов разного типа и назначения. Основные соотношения между мощностью, глубиной выгорания, временем нахождения топлива в реакторе.
6	3.4.	Переходные процессы при отравлении реактора ядрами самария и ксенона, а также при изменениях концентрации непуния	Цепочки изобаров с массами 135 и 149. Стационарные количества ядер цепочек и зависимость от плотности потока нейтронов. Количества ядер (отравление) в функции времени при быстром изменении мощности при поддержании постоянным нового уровня мощности и изменение мощности без ее поддержания. Положительные обратные связи. Йодная яма. Прометиевая «смерть» реактора. Примеры зависимостей мощности и реактивности от времени. Зависимость темпа потери реактивности от времени в начале кампании и после останова реактора.
7-10	4.	Воспроизводство ядерного топлива	
7-8	4.1.	Принципиальная возможность воспроизводства, необходимые и достаточные условия	Определение расширенного воспроизводства топлива. Возможность воспроизводства топлива в уран-плутониевой и уран-ториевом циклах. Коэффициенты конверсии, воспроизводства и избыточного воспроизводства.
9-10	4.2	Коэффициенты воспроизводства и их связь со временем удвоения развития мощностей	Допустимые значения отношения макросечения захвата сырьевого материала к макросечению деления делящегося материала. Влияние плотности топлива и обогащения на параметры воспроизводства. Связь времени удвоения мощностей с избыточным коэффициентом воспроизводства.
11-14	5.	Обратные связи в реакторе	
11	5.1.	Обратные связи атомной электростанции	Определение понятий «обратные связи». Положительные и отрицательные обратные связи, их связь с безопасностью атомной электростанции.
12	5.2	Обратные связи ядерного	Определение обратных связей и их описание на

		реактора и их влияние на безопасность реактора	примере работающего реактора атомной станции. Непосредственные и сложные (комплексные) обратные связи. Главная причина обратных связей – взаимосвязь технологических параметров и реактивности реактора, как следствие описания эффективного коэффициента размножения. Физические механизмы изменения реактивности при изменении технологических характеристик реактора (плотность, размеры, температура, давление).
13-14	5.3.	Естественные и рукотворные пассивные обратные связи (защитные свойства реакторов)	Примеры пассивных связей (Допплер-эффект на резонансах U-238; естественная циркуляция и пр.). Проектные и конструкционные решения, влияющие на значение и полярность обратных связей. Примеры наиболее крупных аварий, обусловленных обратными связями (США, СССР, Япония).
15-16	6.	Запас реактивности и его компенсация	
15	6.1.	Необходимость иметь запас реактивности	Потеря реактивности при выводе реактора на мощность и его останове, изменение реактивности при выгорании топлива требуют наличия управляемого запаса реактивности.
16	6.2.	Способы компенсации запаса реактивности	Компенсация запаса реактивности должна быть управляемой. Оперативный запас реактивности осуществляют с помощью управляемых поглощающих стержней. Управление запасом реактивности при выгорании топлива (управляемая концентрация поглотителя в теплоносителе; выгорающий поглотитель в топливе и материалах ТВС; специальные устройства, построенные на изменениях давления)

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-2	1.	Принципы работы ядерного реактора	
1	1.1	Мощность и количество делений	Работа реактора в энергетическом режиме. Связь мощности и скорости делений. Локальное и пространственное распределение энергии, выделяемой при делении.
1	1.2	Энерговыделение на единицу массы сожженного топлива	Максимальное количество энергии, нормированное на различные величины.
2	1.3	Накопление радиоактивности при работе реактора	Остаточное энерговыделение. Графики остаточного энерговыделения.
2	1.4	Плотность потока нейтронов и его интегральные представления	Использование интегральных представлений плотности потока нейтронов для вычисления скоростей реакций, количества нейтронов, флюенса.
3-4	2	Цепной процесс деления	
3	2.1.	Эффективный коэффициент размножения и реактивность	Эффективный коэффициент размножения, $k_{эфф}$, и k_{∞} (для бесконечно-протяженной среды).

			Общая запись для гомогенной системы с одноклассовыми сечениями. Реактивность.
3	2.2.	Расчет $k_{эфф}$ и ρ через скорости процессов	Упрощенный расчет в одноклассовом представлении. Оценка предельных значений $k_{эфф}$ и ρ .
4	2.3.	Формула 4-х сомножителей для реакторов на тепловых нейтронах	Влияние гетерогенного расположения материалов на сомножители. Влияние на $k_{эфф}$ водо-уранового отношения. Влияние водоуранового отношения на коэффициент реактивности по температуре теплоносителя.
5-6	3	Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	
5	3.1	Одноклассовые дифференциальные уравнения для расчета состава тяжелых ядер в функции времени и их решения	Аналитические решения для основных тяжелых ядер. Примеры зависимости количеств нуклида в функции времени для разных типов реактора.
5	3.2.	Динамика состава осколков деления во время работы реактора	Приближенное решение для данного нуклида при использовании кумулятивного выхода. Количество и радиоактивность осколков деления после окончания работы реактора. Примеры интегральных характеристик и зависимость их значений от времени после останова реактора.
6	3.3.	Глубина выгорания топлива	Определение глубины выгорания (зависимость и причины). Единицы измерения глубины выгорания и их связи. Основные соотношения между мощностью, глубиной выгорания, временем нахождения топлива в реакторе.
6	3.4.	Переходные процессы при отравлении реактора ядрами самария и ксенона, а также при изменениях концентрации непутия	Стационарные количества ядер цепочек и зависимость от плотности потока нейтронов. Количества ядер (отравление) в функции времени при быстром изменении мощности при поддержании постоянным нового уровня мощности и изменение мощности без ее поддержания. Различные сценарии.
7-10	4.	Воспроизводство ядерного топлива	
7-8	4.1.	Принципиальная возможность воспроизводства, необходимые и достаточные условия	Определение расширенного воспроизводства топлива. Коэффициенты конверсии, воспроизводства и избыточного воспроизводства.
9-10	4.2	Коэффициенты воспроизводства и их связь со временем удвоения развития мощностей	Допустимые значения отношения макросечения захвата сырьевого материала к макросечению деления делящегося материала. Связь времени удвоения мощностей с избыточным коэффициентом воспроизводства.
11-14	5.	Обратные связи в реакторе	
11	5.1.	Обратные связи атомной электростанции	Положительные и отрицательные обратные связи, их связь с безопасностью атомной электростанции.
12	5.2	Обратные связи ядерного реактора и их влияние на безопасность реактора	Непосредственные и сложные (комплексные) обратные связи. Физические механизмы изменения реактивности при изменении технологических характеристик реактора

			(плотность, размеры, температура, давление).
13-14	5.3.	Естественные и рукотворные пассивные обратные связи (защитные свойства реакторов)	Примеры пассивных связей (Допплер-эффект на резонансах U-238; естественная циркуляция и пр.). Проектные и конструкционные решения, влияющие на значение и полярность обратных связей.
15-16	6.	Запас реактивности и его компенсация	
15	6.1.	Необходимость иметь запас реактивности	Потеря реактивности при выводе реактора на мощность и изменение реактивности при выгорании топлива и останове реактора требуют наличия управляемого запаса реактивности.
16	6.2.	Способы компенсации запаса реактивности	Оперативный запас реактивности осуществляют с помощью управляемых поглощающих стержней. Управление запасом реактивности при выгорании топлива.

Лабораторные занятия
Не предусмотрено.

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

1. Презентации курса;
2. Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой расчета и конструирования реакторов, протокол № 2 от 06.09.2013 г.

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, 6 семестр			
1.	Главы 1-2	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа 1
2.	Главы 3-4	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа 2
3.	Главы 5-6	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа 3
Текущая аттестация, 6 семестр			
	Зачет с оценкой	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Вопросы к зачету

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
Семестр 6			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка №1	7-8	18	30
Контрольная работа 1		18	30
Контрольная точка №2	15-16	18	30
Контрольная работа 2		9	15
Контрольная работа 3		9	15
Промежуточная аттестация		24	40
Зачет с оценкой			
Вопросы к зачету		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 или зачету, 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 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 связывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо 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. Андрушечко С.А. и др. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта: науч. издание. – М.: Логос, 2010.
2. Белозеров В.И. и др. Физика и эксплуатационные режимы реактора ВВЭР-1000 [Электронный ресурс]: монография. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2014. [Режим доступа http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Belozеров_Fizika_i_ekspluatatsionnye_rezhimy_reaktora_VVER-1000_2014&page=1&Z21ID=1064A5E5E9HIP5M0T0I013 29.05.2014]
3. Савандер В.И., Увакин М.А. Физическая теория ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Москва: МИФИ. Ч.1: Однородная размножающая среда и теория гетерогенных структур: учебное пособие для вузов. 2007. [Режим доступа http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Savander_Fizicheskaya_teoriya_yadernyh_reaktorov_2007&page=1&Z21ID=1768A9E5E9HIP5M0T2I310 29.05.2014]
4. Савандер В.И., Увакин М.А. Физическая теория ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.2: Теория возмущений и медленные нестационарные процессы. 2013. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Savander_Fizicheskaya_teoriya_yadernyh_reaktorov_ch.2_2013.pdf 29.05.2014]

б) дополнительная учебная литература:

1. Основы теории и методы расчета ядерных реакторов. Под редакцией Г.А. Батя. – Москва: Энергоиздат, 1982.
2. Ганев И.Х. Физика ядерных реакторов. – Москва: Энергоатомиздат, 1992.
3. Фейнберг С.М., Шихов С.Б., Троянский В.Б. Теория ядерных реакторов. Том 1. – М.: Атомиздат, 1970.
4. Белл Д., Глестон С. Теория ядерных реакторов. – М.: Атомиздат, 1974.
5. Марчук Г.И. Методы расчета ядерных реакторов. – Госатомиздат, 1961.
6. Вейнберг А., Вигнер Е. Физическая теория ядерных реакторов. – ИЛ, 1961.

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

1. E-learning for Nuclear Newcomers [Официальный сайт]. — URL: <http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning/index.html> [Режим доступа: 29.05.2014].
2. Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт]. — URL: <https://www.youtube.com/user/MirnyAtom>.
3. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт]. — URL: http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocument.
4. Научная электронная библиотека [Официальный сайт]. — URL: <http://elibrary.ru/>

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.
Практические занятия	При подготовке 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
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 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, видеосвязь, 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

1. Библиотечный фонд института
2. Аудиторный фонд института.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Принципы работы ядерного реактора	лекции / практические занятия	12	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
2	Цепной процесс деления	лекции / практические занятия	10	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
3	Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	лекции / практические занятия	12	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
4	Воспроизводство ядерного топлива	лекции / практические занятия	6	лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
5	Обратные связи	лекции / практические занятия	8	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
6	Запас реактивности и его компенсация	лекции / практические занятия	3	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
7	Уравнения переноса нейтронов, УПН, и его сопряженное уравнение в операторной форме	Лекции/ практические занятия	18	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
8	Односкоростное, стационарное уравнение переноса нейтронов	Лекции/практические занятия	20	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
9	Спектр нейтронов для стационарной, гомогенной, бесконечной среды размножающей среды	лекции / практические занятия	5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
10	Вывод уравнений кинетики с использованием нестационарного уравнения переноса нейтронов и	лекции	7	Лекция, лекция-беседа

	сопряженного условно-критического уравнения			
--	---	--	--	--

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

Темы, выносимые для самостоятельного изучения:

- Обращение с МА. Возможные решения проблемы МА: захоронение, выжигание полностью или отдельных элементов в специализированных установках, включая ADS, выжигание в БР. Наиболее опасные долгоживущие осколки: Тс, Cs и др. Остекловывание осколков и их захоронение. Стоимость заключительной стадии топливного цикла.
- Схемы переработки ядерного топлива быстрых реакторов. Описание оборудования для переработки. Требования ядерной и радиационной безопасности.
- Оценки количества РАО в различных звеньях ЯТЦ с быстрыми реакторами. Анализ количества РАО по вариантам размещения централизованного завода и пристанционных комплексов.
- Статистика и описание аварий при транспортировке радиоактивных материалов. Основные требования и правила безопасности. Типы контейнеров, их классификация. Испытания, имитирующие нормальные и аварийные условия перевозки. Критерии качества контейнеров по ядерной и радиационной безопасности. Примеры конструкций контейнеров. Оценка риска при транспортировке различными видами транспорта. Нормативная документация по безопасности при транспортировке.

14.3. Краткий терминологический словарь

АЭС – атомная электростанция
 СЦР – самоподдерживающаяся цепная реакция
 ТВС – тепловыделяющая сборка
 ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент
 ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор
 РБМ-К – реактор большой мощности канальный
 БН – быстрый натриевый реактор
 УПН – уравнение переноса нейтронов
 ЗН – запаздывающие нейтроны

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 также 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 также 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 ядерной физики и технологий (О) НИЯУ МИФИ,
кандидат технических наук

Рецензент:

В.В. Коробейников

профессор отделения ядерной физики и технологий (О) НИЯУ МИФИ,
доктор физико-математических наук, профессор