

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
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 30.08.2022 № 1-8/2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физический расчет ядерных реакторов

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерная физика и технологии

Код и название направления подготовки

профиля

Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах

название профиля

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

- формирование теоретических основ в области физико-химических и технологических процессов на АЭС с жидкометаллическими теплоносителями;
- получение практических навыков по использованию знаний в области жидких металлов в производственной и научной деятельности;
- получение навыков работы с научными и справочными материалами по технологии жидких металлов.

Задачи дисциплины

- основы проектирования и конструирования ЯЭУ с жидкометаллическими теплоносителями;
- освоение технологий жидкометаллических теплоносителей;
- обеспечение безопасности АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.

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

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля (дисциплина по выбору).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения общенаучных дисциплин.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах.

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

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

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-20.1	Способен провести инженерно-физическое сопровождение и контроль обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в процессе эксплуатации, ремонта перегрузок и пуска реакторной установки.	З-ПК-20.1 Знать основы технологий обращения с жидкометаллическими теплоносителями; особенности физических расчетов ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов У-ПК-20.1 Уметь осуществлять расчетное обеспечение эксплуатации ядерных реакторов В-ПК-20.1 Владеть основами управления ядерными энергетическими установками; основными расчетными комплексами для проведения нейтронных физических расчетов реакторных установок с жидкометаллическим теплоносителем.
ПК-20.2	Способен организовывать и контролировать выполнение работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением	З-ПК-20.2 знать методы расчета защиты; правовые и международные аспекты ядерного нераспространения; основные

	ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	библиотеки ядерных данных; основные системы управления и защиты ядерных энергетических установок; автоматизированные системы управления технологическими процессами ядерных энергетических установок У-ПК-20.2 уметь моделировать состояний атомных электрических станций в аварийных и переходных режимах; В-ПК-20.2 владеть физическими расчетами ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов
--	---	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОП магистратуры программа воспитания не реализуется.

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 в семестре:		
	Семестр		
	№1	№ 2	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
Аудиторные занятия (всего)	54	54	108
В том числе:			
<i>лекции</i>	16	16	32
<i>практические занятия</i>	16	16	32
<i>лабораторные занятия</i>	16	16	32
Промежуточная аттестация			
В том числе:			
<i>экзамен</i>	36	36	72
Самостоятельная работа обучающихся	96	96	192
Всего (часы):	180	180	360
Всего (зачетные единицы):	5	5	10

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)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Физические процессы в ядерных реакторах	16	16	16		96					
1.1.	Реактивность и управление ядерным реактором	1	1	0		8					
1.2.	Расчёт эффективности поглощающих стержней	1	1	6		8					
1.3.	Выгорающие поглотители в управлении энерговыделением	1	1	0		10					
1.4.	Оценка энерговыделения в реакторе	1	1	0		10					
1.5.	Профилирование энерговыделения в стационарном режиме перегрузок ядерного топлива	1	1	0		10					
1.6.	Учёт гетерогенности в расчётах реактора	1	1	0		8					
1.7.	Учёт макрогетерогенности в расчётах реактора	2	2	0		8					
1.8.	Погрешности нейтронно-физического расчёта	2	2	0		8					
1.9.	Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов.	2	2	6		8					
1.10.	Восстановление поля энерговыделения в	2	2	0		9					

	реакторе на основе совместного использования физического расчёта и измерений										
1.11.	Совместное использование физического расчёта реактора и измерений для учёта пространственного эффекта в результатах измерений эффективности стержней СУЗ.	2	2	4		9					
	Итого за 1 семестр:	16	16	16		96					
2.	Общая теория ядерных реакторов										
2.1.	Программа расчёта реактора ЭГП-6.	1	1	0		8					
2.2	Программы расчёта реактора БН-600.	1	1	0		10					
2.3.	Расчёт натриевого пустотного эффекта реактивности в реакторах на быстрых нейтронах.	1	1	4		10					
2.4.	Анализ и планирование частичных перегрузок ТВС между микрокампаниями.	1	1	6		10					
2.5.	Обзор действующих и перспективных реакторов и ускорительно-управляемых систем	1	1	0		10					
2.6.	Ксеноновое и самариевое отравление тепловых реакторов. Использование стабильных изотопов бора, цинка и других химических элементов для управления работой реакторов и снижения радиационной нагрузки на персонал.	2	2	0		8					
2.7.	Быстрые натриевые реакторы: БОР-60, БН-600, БН-800 и проекты перспективных реакторов МБИР, БН-1200. Проблема набухания оболочек ТВЭЛов. Перспективы использования стабильных изотопов	1	1	0		8					

	никеля для оболочек ТВЭЛов и покрытий внутри корпусных устройств. Перспективы использования изотопно модифицированной молибденовой матрицы для плутоний- америциевого топлива.										
2.8.	Перспективный свинцовый реактор БРЕСТ-ОД-300. Перспективы использования изотопа азот-15 в уран-плутониевом топливе. Перспективы использования расплавов изотопов свинца, свинца-206 и свинца-208, в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя.	2	2	0		8					
2.9.	Реакторы малой энергетики: СВБР-100 и другие. Перспективы использования изотопов свинца радиогенного происхождения и продуктов центрифужного разделения изотопов свинца.	2	2	0		8					
2.10.	Ускорительно-управляемые подкритические системы. Проблема выжигания младших актинидов. Топливо для этих систем с изотопно модифицированной молибденовой матрицей.	2	2	0		8					
2.11.	Константное обеспечение расчетов микроскопических и однокрупных сечений ядерных реакций с участием нейтронов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ.	2	2	6		8					
	Итого за 2 семестр:	16	16	16		96					

Всего:	32	32	32		192					
---------------	-----------	-----------	-----------	--	------------	--	--	--	--	--

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

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Физические процессы в исследовательских реакторах	
1.1.	Реактивность и управление исследовательским реактором	Расчётное определение реактивных параметров управления исследовательским реактором. Расчётное обеспечение физического пуска исследовательского реактора. Учёт эффектов обратной связи.
1.2.	Расчёт эффективности поглощающих стержней	Чёрный стержень в диффузионной теории. Поглощающая поверхность. Граничные условия на поверхности поглощающего стержня. Интерференция поглощающих стержней.
1.3.	Выгорающие поглотители в управлении энерговыделением	Выгорающий цилиндрический стержень из чистого поглотителя. Эффективные граничные условия на поверхности выгорающего поглощающего стержня. Сильноэкранированные выгорающие поглотители.
1.4.	Оценка энерговыделения в реакторе	Основные составляющие энерговыделения. Пространственное распределение энерговыделения и его расчёт. Погрешности расчёта энерговыделения.
1.5.	Профилирование энерговыделения в стационарном режиме перегрузок ядерного топлива	Равномерно-частичные перегрузки топлива. Коэффициенты неравномерности и профилирование энерговыделения. Выравнивание энерговыделения изменением обогащения или объёмной доли топлива.
1.6.	Учёт гетерогенности в расчётах ИР	Уровни гетерогенности. Регулярная гетерогенность. Двойная гетерогенность. Недиффузионный расчёт характеристик топливного блока. Эффективные граничные условия. «Чёрные» поглощающие блоки Простые и сложные решётки твэлов. Разреженная и тесная решётки. Гетерогенные эффекты в области резонансного поглощения.
1.7.	Учёт макрогетерогенности в расчётах ИР	Регулярность решётки топливных сборок ТВС. Макроанизотропия решётки ТВС. Коррекция сечения увода и эффективный коэффициент диффузии.
1.8.	Погрешности нейтронно-физического расчёта	Инженерный и прецизионный уровни расчёта нейтронно-физических характеристик. Константная погрешность и её составляющие. Единое определение погрешности по Усачёву Л.Н. Методическая погрешность. Проблемы анализа расчётной погрешности и границы применимости программ на этой основе. Аттестационные паспорта программ.
1.9.	Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов.	Контрольные задачи – бенчмарки - для контроля результатов программ расчёта. Типы бенчмарков: для стационарных расчётов, для гомогенизации, расчёта кампании, кинетики, динамики. Отличительные черты системы бенчмарков.
1.10.	Восстановление поля энерговыделения в реакторе на основе совместного использования физического расчёта и измерений	Совместное использование физического расчёта и внутриреакторных измерений для целей контроля мощности ТВС. Расчётно-экспериментальные методы определения поля энерговыделения.

1.11.	Совместное использование физического расчёта реактора и измерений для учёта пространственного эффекта в результатах измерений эффективности стержней СУЗ.	Зависимость пространственного эффекта от взаимного расположения измеряемых групп стержней СУЗ и ионизационных камер. Подходы к учёту пространственного эффекта.
2.	Общая теория исследовательских реакторах	
2.1.	Программа расчёта реактора ЭПП-6.	Двумерный комплекс программ ТС-2Д. Корректировка результатов расчёта мощности ТВС на основе показаний детекторов ВРК в ТС-2Д. Учёт пространственных эффектов при измерениях эффективности стержней СУЗ. Аттестационный паспорт программы.
2.2.	Программы расчёта реактора БН-600.	Назначение и основные возможности комплекса программ ГЕФЕСТ. Подготовка нейтронно-физических констант и расчётная модель реактора БН-600 в комплексе ГЕФЕСТ, ведение и использование топливного архива. Аттестационный паспорт программы.
2.3.	Расчёт натриевого пустотного эффекта реактивности в реакторах на быстрых нейтронах.	Проблемы возникновения и обеспечения нулевого натриевого пустотного эффекта реактивности
2.4.	Анализ и планирование частичных перегрузок ТВС между микрокампаниями.	Основные подходы к планированию перегрузок ТВС реакторов. Схемы перегрузок ТВС, возможность оптимизации переходного периода к установившемуся режиму перегрузок.
2.5.	Обзор действующих и перспективных реакторов и ускорительно-управляемых систем	Краткий анализ перспективных и действующих реакторных установок и ускорительно-управляемых систем.
2.6.	Ксеноновое и самариевое отравление тепловых реакторов. Использование стабильных изотопов бора, цинка и других химических элементов для управления работой реакторов и снижения радиационной нагрузки на персонал.	Ксеноновое и самариевое отравления тепловых реакторов. Сечения захвата нейтронов нуклидами Хе-135 и Sm-149. Иодная (I-135) и прометиевая (Pm-149) ямы. Отсутствие отравлений в реакторах на быстрых нейтронах. Бор-10 в качестве поглотителя нейтронов в регулирующих стержнях. Цинк, обедненный по изотопу цинк-64, в качестве присадки в водный теплоноситель для снижения наработки кобальта-60.

2.7.	<p>Быстрые натриевые реакторы: БОР-60, БН-600, БН-800 и проекты перспективных реакторов МБИР, БН-1200. Проблема распухания оболочек твэлов. Перспективы использования стабильных изотопов никеля для оболочек твэлов и покрытий внутри корпусных устройств. Перспективы использования изотопно модифицированной молибденовой матрицы для плутоний- америциевого топлива.</p>	<p>Никель, обедненный по изотопу никель-58, для мало распухающих оболочек твэлов и покрытий ВКУ для снижения радиационных нагрузок на персонал. Молибден-92 и молибден-100 в качестве матрицы плутоний-америциевого топлива с целью выжигания младших актинидов в перспективных натриевых реакторах. Плутониевый эффект.</p>
2.8.	<p>Перспективный свинцовый реактор БРЕСТ-ОД-300. Перспективы использования изотопа азот-15 в уран-плутониевом топливе. Перспективы использования расплавов изотопов свинца, свинца-206 и свинца-208, в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя.</p>	<p>Азот-15в уран-плутониевом нитридном топливе для реактора БРЕСТ. Свинец-206 в качестве радиационно чистого теплоносителя и свинец-208 в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя свинцовых реакторов следующего поколения.</p>
2.9.	<p>Реакторы малой энергетики: СВБР-100 и другие. Перспективы использования изотопов свинца радиогенного происхождения и продуктов центрифужного разделения изотопов свинца.</p>	<p>Свинец-208 радиогенного происхождения или получаемый на газовых центрифугах в количествах до 200 тонн для СВБР-100 и других реакторов малой мощности, до 300 МВт тепловых.</p>
2.10.	<p>Ускорительно-управляемые подкритические системы. Проблема выжигания младших актинидов. Топливо для этих систем с изотопно модифицированной молибденовой матрицей.</p>	<p>Топливо CERMET с матрицей из молибдена-92 или молибдена-100 для выжигания америция в ускорительно-управляемой системе типа MYRRHA, сооружаемой в Европе.</p>

2.11.	Константное обеспечение расчетов микроскопических и одногрупповых сечений ядерных реакций с участием нейтронов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ.	Библиотеки микроскопических сечений радиационного захвата нейтронов стабильными изотопами и сечений деления младших актинидов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ-93 для реакторных расчетов, в том числе расчета одногрупповых сечений ядерных реакций.
-------	---	--

Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Физические процессы в исследовательских реакторах	
1.1.	Реактивность и управление исследовательским реактором	Углубленное изучение зависимостей по оценке эффектов обратной связи в исследовательском реакторе.
1.2.	Расчёт эффективности поглощающих стержней	Разбор примеров на освоение применения граничных условий на поверхности поглощающего стержня.
1.3.	Выгорающие поглотители в управлении энерговыделением	Разбор примеров на освоение применения эффективных граничных условий на поверхности выгорающего поглощающего стержня.
1.4.	Оценка энерговыделения в реакторе	Рассмотрение основных выражения для оценки пространственного распределения энерговыделения в активной зоне ЯУ, а также оценка погрешности расчёта.
1.5.	Профилирование энерговыделения в стационарном режиме перегрузок ядерного топлива	Рассмотрение задач по оценке коэффициентов неравномерности энерговыделения по активной зоне ядерного реактора.
1.6.	Учёт гетерогенности в расчётах реактора	Рассмотрение специфики простых и сложных решёток ТВЭЛОВ.
1.7.	Учёт макрогетерогенности в расчётах реактора	Подходы к коррекции сечений увода и определение эффективного коэффициента диффузии.
1.8.	Погрешности нейтронно-физического расчёта	Разбор вопросов, связанных с проблемой анализа расчётной погрешности и границы применимости программ на этой основе. Демонстрация аттестационных паспортов программ.
1.9.	Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов.	Рассмотрение типов бенчмарков: для стационарных расчётов, для гомогенизации, расчёта кампании, кинетики, динамики.
1.10.	Восстановление поля энерговыделения в реакторе на основе совместного использования физического расчёта и измерений	Примеры расчётно-экспериментальных методов определения поля энерговыделения.
1.11.	Совместное использование физического расчёта реактора и измерений для учёта пространственного эффекта в результатах измерений эффективности стержней СУЗ.	Разбор подходов к учёту пространственного эффекта в активной зоне энергетических реакторов.
2.	Общая теория исследовательских реакторов	

2.1.	Программа расчёта реактора ЭГП-6.	Осуществление учёта пространственных эффектов при измерениях эффективности стержней системы управления и защиты.
2.2.	Программы расчёта реактора БН-600.	Демонстрация основных возможностей комплекса программ ГЕФЕСТ. Освещение вопросов подготовки нейтронно-физических констант и расчётной модели реактора БН-600 в комплексе ГЕФЕСТ.
2.3.	Расчёт натриевого пустотного эффекта реактивности в реакторах на быстрых нейтронах.	Проблемы возникновения и обеспечения нулевого натриевого пустотного эффекта реактивности
2.4.	Анализ и планирование частичных перегрузок ТВС между микрокампаниями.	Расчёт необходимой концентрации борной кислоты для планирования перегрузок ТВС.
2.5.	Обзор действующих и перспективных реакторов и ускорительно-управляемых систем	Примеры перспективных и действующих реакторных установок и ускорительно-управляемых систем.
2.6.	Ксеноновое и самариевое отравление тепловых реакторов. Использование стабильных изотопов бора, цинка и других химических элементов для управления работой реакторов и снижения радиационной нагрузки на персонал.	Сечения захвата нейтронов нуклидами Хе-135 и Sm-149. Иодная (I-135) и прометиевая (Pm-149) ямы.
2.7.	Быстрые натриевые реакторы: БОР-60, БН-600, БН-800 и проекты перспективных реакторов МБИР, БН-1200. Проблема распухания оболочек твэлов. Перспективы использования стабильных изотопов никеля для оболочек твэлов и покрытий внутри корпусных устройств. Перспективы использования изотопно модифицированной молибденовой матрицы для плутоний- америциевого топлива.	Отсутствие отравлений в реакторах на быстрых нейтронах. Нептуниевый эффект в реакторах на быстрых нейтронах. Молибден-92 и молибден-100 в качестве матрицы плутоний-америциевого топлива с целью выжигания младших актинидов в перспективных натриевых реакторах.
2.8.	Перспективный свинцовый реактор БРЕСТ-ОД-300. Перспективы использования изотопа азот-15 в уран-плутониевом топливе. Перспективы использования расплавов изотопов свинца, свинца-206 и свинца-208, в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя.	Рассмотрение применения Свинца-206 в качестве радиационно чистого теплоносителя и свинца-208 в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя свинцовых реакторов следующего поколения.
2.9	Реакторы малой энергетики: СВБР-100 и другие. Перспективы использования изотопов свинца радиогенного происхождения и продуктов центрифужного разделения изотопов свинца.	Рассмотрение возможности применения Свинца-208 радиогенного происхождения или получаемый на газовых центрифугах для нужд реакторной установки СВБР-100 и других реакторов малой мощности.

2.10.	Ускорительно-управляемые подкритические системы. Проблема выжигания младших актинидов. Топливо для этих систем с изотопно модифицированной молибденовой матрицей.	Специфика топлива CERMET с матрицей из молибдена-92 или молибдена-100 для выжигания америция в ускорительно-управляемой системе типа MYRRHA, сооружаемой в Европе.
2.11.	Константное обеспечение расчетов микроскопических и однокрупных сечений ядерных реакций с участием нейтронов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ.	Построение библиотеки микроскопических сечений радиационного захвата нейтронов стабильными изотопами и сечений деления младших актинидов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ-93 для реакторных расчетов.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	Физические процессы в исследовательских реакторах	
1.2.	Расчёт эффективности поглощающих стержней	Определение эффективности органов СУЗ.
1.9.	Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов.	Определение величины критичности и эффективной доли запаздывающих нейтронов: проведение нейтронно-физических расчетов и расчетов функции ценности при помощи модулей HEXH и HEXHA.
1.11	Совместное использование физического расчёта реактора и измерений для учёта пространственного эффекта в результатах измерений эффективности стержней СУЗ.	Определение величины критичности и эффективной доли запаздывающих нейтронов: определение скоростей деления нейтронов, времени жизни нейтронов, доли запаздывающих нейтронов и эффективной доли шести групп запаздывающих нейтронов.
2.	Общая теория исследовательских реакторов	
2.3.	Расчёт натриевого пустотного эффекта реактивности в реакторах на быстрых нейтронах.	Расчет эффектов реактивности.
2.4.	Анализ и планирование частичных перегрузок ТВС между микрокампаниями.	Изменение эффективного коэффициента размножения и изотопного состава активной зоны в процессе выгорания топлива.
2.11.	Константное обеспечение расчетов микроскопических и однокрупных сечений ядерных реакций с участием нейтронов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ.	Определение величины критичности и эффективной доли запаздывающих нейтронов: подготовка нейтронно-физических констант для ТВС, стержней СУЗ и ФНИ.

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

1. Коробейников В.В., Клинов Д.А. Введение в нейтронно-физический расчет ядерных реакторов: Учебное пособие по курсу "Нейтронно-физический расчет ядерных реакторов". - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011. - 188с.
2. Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная энергетика».

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

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 1 семестр			
1.	Реактивность и управление ядерным реактором	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
2.	Расчёт эффективности поглощающих стержней	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Лабораторная работа, коллоквиум
3.	Выгорающие поглотители в управлении энерговыделением	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
4.	Оценка энерговыделения в реакторе	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
5.	Профилирование энерговыделения в стационарном режиме перегрузок ядерного топлива	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
6.	Учёт гетерогенности в расчётах реактора	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
7.	Учёт макрогетерогенности в расчётах реактора	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
8.	Погрешности нейтронно-физического расчёта	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
9.	Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Лабораторная работа, коллоквиум
10.	Восстановление поля энерговыделения в реакторе на основе совместного использования физического расчёта и измерений	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Коллоквиум
11.	Совместное использование физического расчёта реактора и измерений для учёта пространственного эффекта в результатах измерений эффективности стержней СУЗ	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Лабораторная работа, коллоквиум
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	Экзамен	3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Экзаменационный билет
Текущий контроль, 2 семестр			

2.	Программа расчёта реактора ЭГП-6.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
3.	Программы расчёта реактора БН-600.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
4.	Расчёт натриевого пустотного эффекта реактивности в реакторах на быстрых нейтронах.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа, коллоквиум
5.	Анализ и планирование частичных перегрузок ТВС между микрокампаниями.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа, коллоквиум
6.	Обзор действующих и перспективных реакторов и ускорительно-управляемых систем	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
7.	Тепловые реакторы: ВВЭР и РБМК и их зарубежные аналоги. Ксеноновое и самариевое отравление тепловых реакторов. Использование стабильных изотопов бора, цинка и других химических элементов для управления работой реакторов и снижения радиационной нагрузки на персонал.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
8.	Быстрые натриевые реакторы: БОР-60, БН-600, БН-800 и проекты перспективных реакторов МБИР, БН-1200. Проблема распухания оболочек твэлов. Перспективы использования стабильных изотопов никеля для оболочек твэлов и покрытий внутри корпусных устройств. Перспективы использования изотопно модифицированной молибденовой матрицы для плутоний- америциевого топлива.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
9.	Перспективный свинцовый реактор БРЕСТ-ОД-300. Перспективы использования изотопа азот-15 в уран-плутониевом топливе. Перспективы использования расплавов изотопов свинца, свинца-206 и свинца-208, в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум

10.	Реакторы малой энергетики: СВБР-100 и другие. Перспективы использования изотопов свинца радиогенного происхождения и продуктов центрифужного разделения изотопов свинца.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
11	Ускорительно-управляемые подкритические системы. Проблема выжигания младших актинидов. Топливо для этих систем с изотопно модифицированной молибденовой матрицей.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
12.	Константное обеспечение расчетов микроскопических и одногрупповых сечений ядерных реакций с участием нейтронов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа, коллоквиум
Промежуточный контроль, 2 семестр			
	Экзамен	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Экзаменационный билет
	Курсовой проект	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Расчетно-пояснительная записка
Всего:			

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

8.2.1. Экзамен (2 семестр)

а) типовые вопросы:

1. Замкнутый топливный цикл реакторов БН и выжигание младших актинидов.
2. Учёт гетерогенности в расчётах реактора.
3. Метод KERMA и TERMA-факторов.
4. Необходимость совместного использования результатов физического расчёта и измерений для контроля мощности ТВС в реакторах.
5. О глобальных перекосах поля энерговыделения в реакторе.
6. Корректировка расчётных значений мощности ТВС реактора на основе показаний детекторов системы внутриреакторного контроля.
7. Необходимость и основные способы проведения корректировки расчётных значений мощности ТВС на основе использования показаний детекторов системы внутриреакторного контроля.
8. Учёт пространственных эффектов и влияния γ -излучения в измерениях эффективности стержней СУЗ.
9. Учёт макрогетерогенности в расчётах реактора.
10. Перегрузки ядерного топлива. Расчёт подпиточного обогащения топлива с обеспечением выравнивания профиля энерговыделения в быстром реакторе.
11. Цели использования архива данных по топливу в программах физического расчёта реакторов.

12. Оценка энерговыделения в реакторе. Выгорающие поглотители в управлении энерговыделением.
13. Натриевый пустотный эффект реактивности в быстром реакторе.
14. Реактивность и управление ядерным реактором.
15. Погрешности нейтронно-физического расчёта.
16. Программный комплекс ГЕФЕСТ. Назначение и основные возможности.
17. Программный комплекс ГЕФЕСТ. Подготовка нейтронно-физических констант.
18. Программный комплекс ГЕФЕСТ. Нейтронно-физический расчёт быстрого реактора в различных приближениях метода сферических гармоник.
19. Программный комплекс ГЕФЕСТ. Топливный архив реактора БН-600 и его использование.
20. Программный комплекс TS_2D. Назначение и основные возможности.
21. Программный комплекс TS_2D. Нейтронно-физический расчёт реакторов ЭГП-6.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику.

13-16 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

10-12 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов

0-9 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 успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.2. Экзамен (1 семестр)

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Однотемповая теория реактора без отражателя. Определение коэффициента размножения.
2. Классификация задач теории переноса.
3. Число и спектр нейтронов деления (мгновенных и запаздывающих).
4. Выгорание и накопление нуклидов. Уравнение выгорания. Коэффициент воспроизводства. Расширенное воспроизводство
5. Отравление реактора сильно поглощающими продуктами деления. Xe-135 и Sm-149.
6. Теория малых возмущений и ее применение в расчетах реактора и защиты.
7. Кинематика упругого рассеяния нейтронов.
8. Односкоростная теория реактора. Материальный и геометрический параметры. Условие критичности.
9. Резонансное поглощение в гетерогенных средах. Метод ВПС и его применение для расчета ячеек.
10. Понятие реактивности. Эффекты реактивности. Запас реактивности. Причины изменения избыточной реактивности при выгорании.

11. Метод ВПС. Гомогенизация ячейки. Гетерогенная самоэкранировка. Теорема эквивалентности.
12. Понятие критической массы и критического размера реактора. Запас реактивности. Изменение избыточной реактивности при выгорании.
13. Выгорание и накопление нуклидов. Глубина выгорания.
14. Коэффициент воспроизводства.
15. Решение уравнения диффузии в сферическом и цилиндрическом реакторах.
16. Условно критическое уравнение. Геометрические и материальные параметры. Условие критичности реактора.
17. Плотность потока нейтронов, ток нейтронов: их физический смысл, единицы измерения, характерные значения.
18. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Макроскопические сечения среды, длина свободного пробега.
19. Уравнение переноса в интегрально-дифференциальной форме. Граничные условия.
20. Теория возмущений для коэффициента размножения.
21. Резонансный интеграл в гомогенной среде. Расчет вероятности избежать резонансного поглощения в процессе замедления.
22. Формула четырех сомножителей.
23. Резонансное поглощение в гетерогенной среде. Соотношение эквивалентности.
24. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Макроскопические сечения среды, длина свободного пробега.
25. Многогрупповое приближение. Групповые константы.
26. Спектр тепловых нейтронов и расчет сечений, усредненных по этому спектру.
27. Поток и ток нейтронов. Закон Фика. Диффузионное уравнение.
28. Поток и ток нейтронов. Закон Фика. Граничные условия уравнения диффузии на границе сред и на границе с вакуумом.
29. Диффузионное приближение и условия его применимости.
30. Одногрупповое уравнение диффузии и его решение для точечного источника в бесконечной неразмножающейся среде. Длина диффузии и ее физический смысл.
31. Теорема эквивалентности. Вероятность избежать резонансного захвата при замедлении.
32. Уравнение переноса в интегральной форме. Метод ВПС.
33. Физические особенности ядерного реактора по сравнению с энергоисточником на органическом топливе.
34. Плотность нейтронного потока. Ток нейтронов. Граничные условия на границе раздела двух сред и границе с вакуумом.
35. Диффузионное приближение и ограничения к ее применимости.
36. Метод ВПС. Резонансное поглощение в гетерогенных средах.
37. Летаргия и замедление нейтронов. Среднелогарифмическая потеря энергии за столкновение
38. Роль реакторов на быстрых нейтронах в атомной энергетике будущего.
39. Эффекты реактивностей. Доплер-эффект.
40. Резонансное поглощение в гетерогенных средах.
41. Решение уравнения диффузии в ограниченной среде для плоской и цилиндрической геометрий.
42. Уравнение диффузии. Граничные условия, экстраполированная граница.
43. Деление ядер под действием нейтронов. Продукты деления.
44. Энерговыделение при делении. Мгновенные и запаздывающие нейтроны деления.
45. Замедление нейтронов в средах без поглощения. Спектр Ферми.
46. Замедление нейтронов в средах с поглощением. Вероятность избежать резонансного поглощения в гомогенных средах.
47. Эффекты реактивности при отравлении реактора. Равновесное отравление ксеноном и самарием.

48. Рассеяние нейтронов. Кинематика упругого рассеяния нейтронов. Средний косинус упругого рассеяния. Летаргия. Среднее и максимальное приращение летаргии при рассеянии.
49. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Микроскопические и макроскопические сечения взаимодействия.
50. Многогрупповое приближение. Групповые диффузионные уравнения.
51. Роль замедлителя в тепловых реакторах. Замедление на водороде без поглощения. Замедление на водороде при наличии поглощения.
52. Многогрупповое приближение. Решение системы многогрупповых уравнений для однозонного реактора.
53. Вероятность избежать столкновения в блоке. Рациональное приближение Вигнера. Теорема эквивалентности.
54. Резонансное поглощение нейтронов в гетерогенных средах. Вероятность избежать резонансного захвата в процессе замедления нейтронов.
55. Выгорание и накопление нуклидов. Уравнение выгорания. Коэффициент воспроизводства. Расширенное воспроизводство.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

13-16 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

10-12 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.3. Коллоквиум(1 семестр)

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Определение коэффициента размножения нейтрона в бесконечной среде, а также в среде ограниченного размера.
2. Какие существуют подходы к описанию процесса переноса нейтронов.
3. В чем отличие коэффициента воспроизводства и коэффициента конверсии.
4. Объясните специфику расширенного воспроизводства топлива.
5. Запишите уравнение выгорания и объясните смысл каждого слагаемого. Выгорание и накопление нуклидов.

6. Отравление реактора сильно поглощающими продуктами деления. Специфика отравления реактора Xe-135.
7. Отравление реактора сильно поглощающими продуктами деления. Специфика отравления реактора Sm-149.
8. В каком случае может произойти упругое рассеяние нейтронов.
9. Запишите выражение для определения материального параметра
10. Запишите выражение для определения геометрического параметра для шара, цилиндра и прямоугольного параллелепипеда.
11. Объясните назначение метода вероятности первых столкновений (ВПС).
12. Каким образом вводился понятие реактивности.
13. Какие основные эффекты реактивности вы знаете? Назовите физические особенности основных эффектов реактивности.
14. Что такое запас реактивности? Для каких целей создают запас реактивности в промышленных энергетических блоках.
15. Назовите основные причины изменения избыточной реактивности при выгорании топлива.
16. Гомогенизация ячейки.
17. Гетерогенная самоэкранировка.
18. Теорема эквивалентности.
19. Понятие критической массы и критического размера реактора.
20. Запишите решение уравнения диффузии в сферическом и цилиндрическом реакторах.
21. Дайте определение плотности потока нейтронов и его физический смысл, единицы измерения, характерные значения.
22. Дайте определение тока нейтронов и его физический смысл, единицы измерения, характерные значения.
23. Назовите виды взаимодействия нейтронов с ядрами.
24. Как связаны макроскопические сечения среды и длина свободного пробега нейтронов.
25. Запишите уравнение переноса в интегрально-дифференциальной форме и назовите граничные условия.
26. Резонансный интеграл в гомогенной среде.
27. Расчет вероятности избежать резонансного поглощения в процессе замедления.
28. Формула четырех сомножителей.
29. То такое многогрупповое приближение и для чего оно используется. Групповые константы.
30. Спектр тепловых нейтронов и расчет сечений, усредненных по спектру Максвелла.
31. Запишите закон Фика и объясните его смысл.
32. Запишите уравнение диффузии в любой удобной форме.
33. Диффузионное приближение и условия его применимости.
34. Дайте понятие длины диффузии и ее физический смысл.
35. Вероятность избежать резонансного захвата при замедлении.
36. Физические особенности ядерного реактора по сравнению с энергоисточником на органическом топливе.
37. Летаргия и замедление нейтронов.
38. Среднелогарифмическая потеря энергии за столкновение
39. Объясните принцип Доплеровского-эффекта реактивности.
40. Решение уравнения диффузии в ограниченной среде для плоской и цилиндрической геометрий.
41. Опишите процесс деления ядер под действием нейтронов.
42. Представьте характеристики мгновенных и запаздывающих нейтронов деления.
43. Замедление нейтронов в средах без поглощения. Спектр Ферми.
44. Замедление нейтронов в средах с поглощением. Вероятность избежать резонансного поглощения в гомогенных средах.
45. Какие вы знаете эффекты реактивности при отравлении реактора.
46. Дайте понятие летаргия. Среднее и максимальное приращение летаргии при рассеянии.

47. Какие вы знаете виды взаимодействия нейтронов с ядрами? Многогрупповое приближение. Групповые диффузионные уравнения.
48. С какой целью в тепловых реакторах предусмотрен замедлитель.
49. Рациональное приближение Вигнера.
50. Теорема эквивалентности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Максимальный балл за коллоквиум оценивается в 30 баллов

26-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

21-25 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

0-16 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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.4. Коллоквиум(2 семестр)

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Опишите особенности замкнутого топливного цикла реакторов БН.
2. Каким образом организован процесс выжигания младших актинидов ядерных установок.
3. Каким образом учитывается гетерогенность среды в расчётах реактора.
4. Почему необходимо совместно использовать результаты физического расчёта и измерений для контроля мощности ТВС в реакторах различного назначения.
5. Неравномерность поля энерговыделения в реакторе в реакторе.
6. Каким образом на основе показаний детекторов системы внутриреакторного контроля производится корректировка расчётных значений мощности тепловыделяющей сборки.
7. Основные способы проведения корректировки расчётных значений мощности ТВС на основе использования показаний детекторов системы внутриреакторного контроля.
8. Учёт пространственных эффектов стержней СУЗ
9. Влияния γ -излучения в измерениях эффективности стержней СУЗ.
10. Каким образом учитывается макрогетерогенность в расчётах реактора
11. Способы перегрузки ядерного топлива.
12. Оценка подпиточного обогащения топлива с обеспечением выравнивания профиля энерговыделения в быстром реакторе.
13. Каким образом производится оценка энерговыделения в реакторе?
14. Роль выгорающих поглотителей в управлении энерговыделением.

15. Объясните принцип «действия» натриевопустотного эффекта реактивности в быстром реакторе.
16. Реактивность и управление ядерным реактором.
17. Погрешности нейтронно-физического расчёта.
18. Программный комплекс ГЕФЕСТ. Назначение и основные возможности.
19. Программный комплекс TS_2D. Назначение и основные возможности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Максимальный балл за коллоквиум оценивается в 30 баллов

26-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

21-25 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

0-16 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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.5. Лабораторные работы 1 семестра

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Лабораторная работа №1.2 «Определение эффективности органов СУЗ».

В рамках данной модели эффекты реактивности вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{1}{K_{eff}^{(2)}} - \frac{1}{K_{eff}^{(1)}}, \text{ где } K_{eff}^{(1)}, K_{eff}^{(2)} - \text{эффективные коэффициенты размножения для состояния (1) и}$$

состояния (2) соответственно. В качестве результатов расчетов представляются $K_{eff}^{(1)}, K_{eff}^{(2)}$ и вычисленное значение ρ .

Рассчитайте эффективность каждого стрежня КС.

Лабораторная работа №1.9 «Определение величины критичности и эффективной доли запаздывающих нейтронов: проведение нейтронно-физических расчетов и расчетов функции ценности при помощи модулей НЕХН и НЕХНА».

Провести оценку эффективного коэффициента размножения, групповых плотностей потока нейтронов с использованием модуля НЕХН126 через файл данных d_hex26 и загрузочный файл hexh126.exe .

Лабораторная работа №1.11 «Определение величины критичности и эффективной доли запаздывающих нейтронов: определение скоростей деления нейтронов, времени жизни нейтронов, доли запаздывающих нейтронов и эффективной доли шести групп запаздывающих нейтронов».

Оценить эффективную долю запаздывающих нейтронов и времени жизни запаздывающих нейтронов с использованием модуля ВЕТА. Исходное значение плотности потока и ценности нейтронов деления, получить у преподавателя.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач, поставленных в ходе лабораторных работ;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания (для каждой лабораторной работы):

10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов лабораторной работы;
- умеет увязать теорию и практику.

8-9 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

6-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов по лабораторной работе

0-5 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 успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.6. Лабораторные работы 2 семестра

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Лабораторная работа №2.3 «Расчет эффектов реактивности».

Определение температурного коэффициента реактивности.

Коэффициент реактивности по температуре теплоносителя на входе в активную зону α_γ определен как отношение изменения реактивности к вызвавшему его среднему по входу в активную зону изменению температуры теплоносителя (натрия) на 1°C для МКУ и для уровня мощности от 95 % до 100% $N_{ном}$.

Лабораторная работа №2.4 «Изменение эффективного коэффициента размножения и изотопного состава активной зоны в процессе выгорания топлива».

Определите изменения изотопного состава и эффективного коэффициента размножения нейтронов через 30,100 и 300 эфф. сут работы реактора на мощности.

Посчитайте изотопный состав на момент начала выгорания.

Лабораторная работа №2.11 «Определение величины критичности и эффективной доли запаздывающих нейтронов: подготовка нейтронно-физических констант для ТВС, стержней СУЗ и ФНИ».

Расчет микро - и макросечений для ТВС провести с использованием модуля SNEGA через

файл данных d_sneга и загрузочный файл sneга.exe.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач, поставленных в ходе лабораторных работ;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания (для каждой лабораторной работы):

10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов лабораторной работы;
- умеет увязать теорию и практику.

8-9 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

6-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов по лабораторной работе

0-5 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 успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.7. Курсовой проект

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Разработать проект и выполнить расчетное обоснование активной зоны реактора с однофазным теплоносителем. Рассчитать распределение температур по диаметру ТВЭЛ и по высоте. Определить запас до кризиса теплообмена.

В состав графической части проекта входят: поперечный разрез активной зоны; поперечный разрез ТВС и ТВЭЛ и их фронтальный вид.

Характеристики	Варианты			
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
1. Нэл, Мвт	5	5	5	50
2. К.П.Д.,%	25	25	25	30
3. Материалы -топливо -оболочка -теплоноситель -замедлитель	легир.У нерж.ст вода графит	диоксид U цирконий вода графит	диоксид U цирконий вода вода	легир.У нерж.ст вода графит
4. Состояние теплоносителя	жидкость	"-	"-	"-
5. Тмакс.,С				
6. Твых. аз.,С	280	280	280	320
7. Геометрия ячейки аз.	шести-угольная	квадратная	шести-угольная	шести-угольная
8. Тип ТВЭЛА	кольцевой	стержневой	стержневой	кольцевой
9. Материал СУЗ	бориров. сталь	карбид бора	карбид бора	бориров. сталь

10. Распределение СУЗ	равномерное	равномерное	центральное +кольцевое	равномерное
11. Твх.мин. теплоносителя	--	--	-	-
12. Энерго-напряженность аз., квт/литр (минимальная)	6 3	6 3	80 100	6 3

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии
90-100	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул.
75-89	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий, формулах и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
60-74	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
0-59	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

в) описание шкалы оценивания:

60-100 курсовой проект засчитывается;

0-59 курсовой проект на доработку.

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 (*коллоквиум*) и контрольная точка № 2 (*лабораторные работы*).

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

1 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	18	30
	Коллоквиум	18	30
	Контрольная точка № 2	18	30
	Лабораторная работа 1.2	6	10
	Лабораторная работа 1.9	6	10
	Лабораторная работа 1.11	6	10
Промежуточный	Экзамен		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

2 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	18	30
	Коллоквиум	18	30
	Контрольная точка № 2	18	30
	Лабораторная работа 2.3	6	10
	Лабораторная работа 2.4	6	10
	Лабораторная работа 2.11	6	10
Промежуточный	Экзамен		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

В рамках дисциплины выполняется курсовое проектирование, критерии и методика оценки которого приводятся в пункте 8.2.7.

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 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 в 1 семестре проводится промежуточная аттестация в виде зачета, а во 2 семестре 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.

Зачет (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 зачете (экзамене) для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины

плины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете (экзамене).

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

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

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, 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 обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, 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 обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, 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. Казанский Ю.А., Слекеничс Я.В. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику. Учебное пособие - Москва: МИФИ, 2012.- 300 с. 275 экземпляров.
2. Терехова А.М., Самохин Д.С. Использование программного комплекса ГЕФЕСТ для проведения нейтронно-физического расчета реакторов типа БН: Лабораторный практикум. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2014. – 40 с. 72 экземпляра.
3. Нейтронно-физические процессы в быстрых реакторах с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями / А. А. Саркисов, В. Н. Пучков ; под ред. акад. РАН А. А. Саркисова; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М: Наука, 2011. – 168 с : ил. - ISBN 978-5-02-037973-2 (в пер.). ИБРАЭ [Официальный сайт]. – [Электронный ресурс] URL: <http://ibrae.ac.ru/pubtext/11/> (Дата обращения: 10.03.2018)

б) дополнительная учебная литература:

1. Афров А.М., Андрушечко С.А., Украинцев В.Ф. и др. ВВЭР-1000: Физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность. М., Логос, 2006 г.
2. Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, переработанное и доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 480 с.
3. Сарычев В.А., Дудкин А.Н., Уваров А.А. Программы эксплуатационного расчёта реакторов (учебное пособие). ОИАТЭ, Обнинск, 1989 г.
4. Г.Л. Хорасанов, А.П. Иванов, В.В. Коробейников, А.Л. Шимкевич. Свинцовый теплоноситель для быстрого реактора-выжигателя с жестким спектром нейтронов. Известия вузов. Ядерная энергетика, 1999, №1, с. 80-84, (ISSN 0204-3327).
5. Г.Л. Хорасанов, А.И. Блохин, В.В. Сеница. Выжигание трансураниевых элементов в жестком спектре нейтронов. Известия вузов. Ядерная энергетика, 2000, №3, с. 76-81, (ISSN 0204-3327).

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

1. International Atomic Energy Agency: [Электронный ресурс] URL: <https://www.iaea.org> (Дата обращения: 10.03.2018).
2. E-learning for Nuclear Newcomers [<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning> Режим доступа: 10.03.2018].
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.03.2018)
4. Энциклопедия Атомной отрасли: [Электронный ресурс] URL: <http://edu.stranatom.ru/> (Дата обращения: 10.03.2018)

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

	сировать 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»).

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется

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

Лекционные и практические занятия:

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

Лабораторные работы:

Учебная аудитория для лабораторных работ имеет 10 мест, оборудованных персональными компьютерами. На персональных компьютерах установлены программные комплексы для нейтронно-физических расчетов Gefest.

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 занятиях

- Технология активного обучения (визуальные лабораторные работы 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	Реактивность и управление исследовательским реактором	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
2	Расчёт эффективности поглощающих стержней	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах

3	Выгорающие поглотители в управлении энерговыделением	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
4	Оценка энерговыделения в реакторе	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
5	Профилирование энерговыделения в стационарном режиме перегрузок ядерного топлива	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
6	Учёт гетерогенности в расчётах реактора	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
7	Учёт макрогетерогенности в расчётах реактора	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
8	Погрешности нейтронно-физического расчёта	Лекция	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
9	Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов.	Лекция/ практические занятия	4	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
10	Восстановление поля энерговыделения в реакторе на основе совместного использования физического расчёта и измерений	Лекция	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
11	Совместное использование физического расчёта реактора и измерений для учёта пространственного эффекта в результатах измерений эффективности стержней СУЗ.	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
14	Программа расчёта реактора ЭГП-6.	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
15	Программы расчёта реактора БН-600.	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
16	Расчёт натриевого пустотного эффекта реактивности в реакторах на быстрых нейтронах.	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
17	Анализ и планирование частичных перегрузок ТВС между микрокампаниями.	Лекция/ практические занятия	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах

18	Обзор действующих и перспективных реакторов и ускорительно-управляемых систем	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
19	Ксеноновое и самариевое отравление тепловых реакторов. Использование стабильных изотопов бора, цинка и других химических элементов для управления работой реакторов и снижения радиационной нагрузки на персонал.	Лекция	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
20	Быстрые натриевые реакторы: БОР-60, БН-600, БН-800 и проекты перспективных реакторов МБИР, БН-1200. Проблема распухания оболочек твэлов. Перспективы использования стабильных изотопов никеля для оболочек твэлов и покрытий внутри корпусных устройств. Перспективы использования изотопно модифицированной молибденовой матрицы для плутоний- америциевого топлива.	Лекция	1	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах

21	Перспективный свинцовый реактор БРЕСТ-ОД-300. Перспективы использования изотопа азот-15 в уран-плутониевом топливе. Перспективы использования расплавов изотопов свинца, свинца-206 и свинца-208, в качестве мало поглощающего и слабо замедляющего нейтроны теплоносителя.	Лекция	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
22	Реакторы малой энергетики: СВБР-100 и другие. Перспективы использования изотопов свинца радиогенного происхождения и продуктов центрифужного разделения изотопов свинца.	Лекция	2	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
23	Ускорительно-управляемые подкритические системы. Проблема выжигания младших актинидов. Топливо для этих систем с изотопно модифицированной молибденовой матрицей.	Лекция	2	лекция-беседа
24	Константное обеспечение расчетов микроскопических и однокрупных сечений ядерных реакций с участием нейтронов. 28-ми групповая система разбиения энергии нейтронов БНАБ.	Лекция/ практические занятия	4	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. Замкнутый топливный цикл реакторов БН и выжигание МА.
2. Система контрольных задач для верификации алгоритмов и программ нейтронно-физических расчётов.
3. Проекты реакторов, выбранных в рамках программы GIF.
4. Современное состояние реакторостроения на установок, охлаждаемых жидкометаллическим теплоносителем.
5. Термализация нейтронов.

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. Резонансная зависимость сечений, формулы Брейта-Вигнера, ее роль для физики реакторов?
6. Ядерные концентрации, Поток, Скорости процессов?

14.3. Краткий терминологический словарь

АЗ – аварийная защита

АР – автоматическое регулирование

БАЭС – балаковская атомная электростанция

БиАЭС – билибинская атомная электростанция

БН – быстрый натриевый реактор

БРЕСТ – быстрый реактор со свинцовым теплоносителем

ВВЭР – водо-водной энергетический реактор

ВПС – вероятности первых столкновений

ГЦН –главный циркуляционный насос

КС –компенсирующий стержень

МБИР – многоцелевой быстрый исследовательский реактор

МКУ – минимально-контролируемый уровень мощности

РБМК – реактор большой мощности канальный

РР – ручное регулирование

РУ – реакторная установка

СВБР – свинцово-висмутовый быстрый реактор

СУЗ – система управления и защиты

ТВС – тепловыделяющая сборка

ФНИ – фотонно-нейтронный источник

ЯР – ядерный реактор

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 (крат-

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

Оценка знаний обучающихся 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 обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

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

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

Оценка знаний обучающихся на практических 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 обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся 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 обучающийся 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 составила:

_____ Ю.А. Казанский, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент:

_____ В.В. Колесов, доцент, к.ф.-м.н.