

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Физика ядерных реакторов**

Код модуля
1156183

Модуль
Физика и конструкции ядерных реакторов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тучков Андрей Михайлович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	атомных станций и возобновляемых источников энергии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Тучков Андрей Михайлович, Доцент, атомных станций и возобновляемых источников энергии

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физика ядерных реакторов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	7	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен Курсовая работа	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физика ядерных реакторов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-2 -Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий	З-1 - Изложить современные теоретические представления о строении атомного ядра З-2 - Сформулировать базовые законы переноса нейтронов и взаимодействия нейтронов с веществом З-3 - Перечислить условия, необходимые для осуществления ядерных реакций, в том числе самоподдерживающейся цепной ядерной реакции деления З-4 - Идентифицировать особенности физики различных типов реакторов на тепловых и быстрых нейтронах	Домашняя работа Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>З-5 - Изложить основные положения теории критических размеров, теории решетки</p> <p>З-6 - Описывать нестационарные процессы, происходящие в ядерном реакторе</p> <p>П-6 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретического и экспериментального исследования процессов, протекающих в оборудовании объектов использования атомной энергии</p> <p>У-2 - Оценивать критические размеры и критическую массу размножающей среды</p> <p>У-3 - Различать особенности методов описания процесса диффузии и замедления нейтронов в замедляющих и размножающих средах, методов нейтронно-физических расчетов</p> <p>У-4 - Соотносить процессы, происходящие в оборудовании объектов использования атомной энергии, с теоретическими представлениями физики ядерных реакторов</p> <p>У-8 - Выбирать справочные данные для решения задач, в том числе в цифровой среде</p>	
<p>ПК-3 -Способен в составе рабочей группы проводить испытания основного и вспомогательного оборудования атомных станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации, проводить физические эксперименты на этапах физического и</p>	<p>З-1 - Сделать обзор целей и задач проведения физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока</p> <p>З-6 - Описывать принципы работы и характеристики оборудования, применяемого для экспериментального определения нейтронно-физических параметров реакторной установки</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт определения термодинамических, физических и теплофизических</p>	<p>Домашняя работа Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

<p>энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом</p>	<p>параметров теплоносителя и рабочего тела атомной станции У-3 - Определять оптимальные методы проведения нейтронно-физических измерений У-7 - Различать особенности физического и энергетического пуска атомной станции</p>	
<p>ПК-6 -Способен в составе рабочей группы организовывать безопасную и экономичную эксплуатацию реакторной установки или оборудования и технологических систем блока атомной электростанции, в том числе проводить нейтронно-физические, теплогидравлические расчеты, анализировать технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты АС</p>	<p>З-11 - Объяснять нейтронно-физические и теплогидравлические процессы, протекающие в основном оборудовании атомных станций З-12 - Характеризовать методы расчета эксплуатационных параметров активных зон реакторов, эффектов и коэффициентов реактивности реакторов, программы и методики расчета загрузок активных зон при перегрузках реакторов П-3 - Иметь практический опыт оценки нейтронно-физических характеристик активной зоны реакторной установки П-5 - Иметь практический опыт применения расчетных кодов для определения характеристик активной зоны ядерного реактора П-6 - Подготовить в соответствии с требованиями отчет по результатам расчетов нейтронно-физических теплогидравлических характеристик активной зоны, в том числе графическую документацию У-10 - Рассчитывать эксплуатационные параметры реакторной установки, эффекты и коэффициенты реактивности У-5 - Анализировать нейтронно-физические и теплогидравлические процессы, происходящие в ядерном реакторе У-6 - Оценивать выгорание ядерного топлива и потребность в ядерном топливе</p>	<p>Домашняя работа Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>У-7 - Выбирать из справочных данных константы для нейтронно-физического расчета ядерного реактора</p> <p>У-9 - Проводить физические, теплофизические, и теплогидравлические расчеты и измерения для обоснования и контроля режимов эксплуатации ядерных энергоблоков</p>	
--	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 2</i>	7,15	50
<i>контрольная работа 1</i>	7,7	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение практических работ</i>	7,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение расчета	7,16	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.50		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.50		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	8,7	50
<i>домашняя работа</i>	8,15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение практических работ</i>	8,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Геометрические параметры и объемные доли материалов в активной зоне гетерогенного ЯР.
2. Расчет основных параметров решетки гетерогенного реактора.
3. Эффективный коэффициент размножения. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах.
4. Эффективный резонансный интеграл и вероятность избежать резонансного поглощения в различных типах решетки.
5. Коэффициент использования тепловых нейтронов. Число вторичных нейтронов деления на один поглощенный тепловой нейтрон.
6. Длина диффузии и возраст нейтронов в ячейке гетерогенного реактора.
7. Условие критичности реактора без отражателя и с отражателем в одноклассовом приближении.
8. Геометрический параметр для реакторов различной формы. Коэффициенты неравномерности. Эффективная добавка.
9. Определение критического радиуса сферического и цилиндрического реактора.
10. Двухзонный реактор. Реактор с отражателем в двухклассовом приближении.
11. Распределение плотности потока быстрых и тепловых нейтронов по радиусу цилиндрического реактора.
12. Последовательность расчетов водо-водяных и кипящих реакторов.
13. Расчет отравления, шлакования и выгорания топлива.
14. Температурные эффекты реактивности.
15. Последовательность расчетов канальных реакторов.
16. Оценочный расчет ядерного реактора на быстрых нейтронах.
17. Алгоритм физических расчетов ЯР. Расчетные модели.
18. Подготовка ядерных констант в многоклассовом диффузионном приближении.
19. Четырехклассовый метод расчета реакторов ВВЭР.
20. Гомогенизация ячейки и вычисление групповых констант при расчете реактора типа ВВЭР.
21. Определение эффективного коэффициента размножения реактора типа ВВЭР.
22. Измерение интегральных характеристик в обоснование параметров активной зоны.
23. Измерение коэффициентов реактивности и эффектов реактивности, связанных с изменениями технологических параметров.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Вычисление возраста и времени замедления нейтронов в различных средах.

Примерные задания

Контрольные вопросы:

1. Запишите балансовое уравнение замедления нейтронов. Поясните смысл его членов.
2. Что такое возраст нейтронов? Поясните его физический смысл.
3. Что такое летаргия?
4. Рассчитайте необходимые справочные данные и возраст нейтронов в среде водорода

и в воде.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет эффективного резонансного интеграла в различных решетках и в гомогенной среде.

Примерные задания

Ответить на контрольные вопросы и решить задачи.

1. В чем заключается физический смысл эффективного резонансного интеграла?
2. Какой изотоп является неизбежным резонансным поглотителем в активной зоне ЯР?
3. Вычислите эффективный резонансный интеграл для гомогенного расположения резонансного поглотителя (U-238).
4. Опишите методику расчета эффективного резонансного интеграла для гетерогенного расположения резонансного поглотителя.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

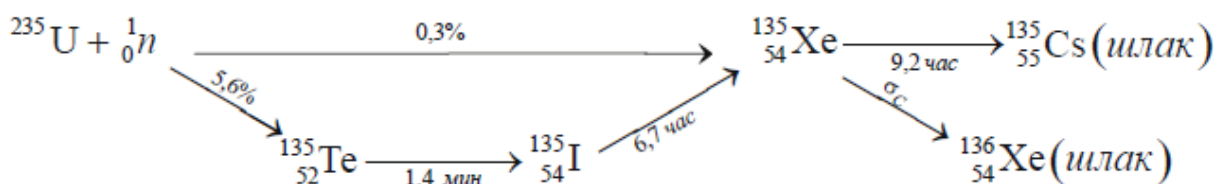
Примерный перечень тем

1. Нестационарное отравление ксеноном – йодная яма.

Примерные задания

Изотоп ксенона-135 образуется в активной зоне как продукт распада йода-135, удельный выход которого равен 5,6%, а также как осколок деления с вероятностью выхода 0,3%.

Полагая, что поток нейтронов при изменении мощности меняется скачком до значения заданной мощности, оценить изменение концентрации ксенона-135 и отравление $q(t) = \Sigma_a Xe / \Sigma_a U$ при переходе с мощности 30% на мощность 50% через 2 суток.



LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров борного регулирования. Определение кампании реактора.

Примерные задания

Решите задачи:

1. Ядерный реактор номинальной мощностью 150 МВт работал на мощности 50 % - 15 сут; 80 % - 40 сут и 100 % - 60 сут. Определить среднюю мощность, энерговыработку в МВт·ч и время работы в эффективных сутках.

2. Компенсирующие стержни реактора ТР находятся в положении 800 мм, $N_{крит.КС} = 400$ мм. На сколько нужно поднять КС, чтобы подкритическая мощность реактора увеличилась в 2 раза?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Виды взаимодействий нейтронов с ядрами. Микро- и макроскопические сечения.

2. Делящиеся и воспроизводящиеся нуклиды. Энергия, мгновенные нейтроны деления и продукты деления.

3. Коэффициент размножения бесконечной среды и среды конечных размеров. Условие критичности.

4. Аддитивная форма коэффициента размножения.

5. Классификация ядерных реакторов.

6. Гомогенные и гетерогенные ядерные реакторы.

7. Диффузия нейтронов. Плотность потока нейтронов.

8. Замедление нейтронов. Закон рассеивания.

9. Возраст нейтронов и площадь миграции нейтронов. Уравнение возраста.

10. Уравнение диффузии. Граничные условия. Длина диффузии.

11. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Нейтронно-физические особенности.

12. Компоненты ядерного реактора: топливо, замедлитель, теплоноситель, конструкционные материалы. Их физические особенности.

13. Коэффициент размножения. Формула четырех сомножителей.

14. Геометрический параметр для реакторов разной формы.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Физические особенности гетерогенного реактора. Элементарная ячейка.

2. Тесные, разреженные и канальные решетки.

3. Метод вероятности первых столкновений (ВПС). Расчет ВПС в разряженных, тесных и канальных решетках.

4. Схема расчета гетерогенного реактора на тепловых нейтронах.

5. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах в решетках гетерогенного реактора.
 6. Вероятность избежать резонансного поглощения (зависимость от температуры, параметров решетки).
 7. Эффективный резонансный интеграл.
 8. Коэффициент использования на тепловых нейтронах. Внутренний и внешний блок эффект.
 9. Расчет коэффициента теплового использования в различных типах ячеек гетерогенного реактора.
 10. Зависимость коэффициента теплового использования от температуры и параметров решетки.
 11. Число вторичных нейтронов деления. Влияние состава топлива.
 12. Длина диффузии и возраст нейтронов в решетке активной зоны.
 13. Зависимость коэффициента размножения на быстрых нейтронах от типа реактора и параметров решетки.
 14. Спектр нейтронов. Групповые теории.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.3. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Оценочный нейтронно-физический расчет реактора типа ВВЭР

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2	П-6	Практические/семинарские занятия