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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ТЕОРИЯ ПЕРЕНОСА НЕЙТРОНОВ /
NEUTRON TRANSPORT THEORY

название дисциплины

для направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

образовательная программа

Radioecology and Radiation Protection

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;

– контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач	З-ПК-4 Знать цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных; У-ПК-4 Уметь применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4 Владеть навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач;
ПК-22.1	Способен осуществлять модельные и экспериментальные исследования в области радиационной экологии и радиационной безопасности человека и окружающей среды	З-ПК-22.1 Знать закономерности поведения радионуклидов в окружающей среде, биологического действия на человека и окружающую среду; принципы системы радиационной безопасности; основные экологические и радиоэкологические проблемы ядерно-топливного цикла; У-ПК-22.1 Уметь проводить моделирование радиоэкологических процессов; осуществлять экспериментальные радиобиологические и радиоэкологические исследования; оценивать негативные радиобиологические и радиоэкологические последствия; В-ПК-22.1 Владеть навыками оценки радиационной и экологической безопасности при реализации антропогенной деятельности; компьютерными технологиями и специализированными программными средствами, применяемыми для радиоэкологических исследований; навыками аналитического и инструментального анализа объектов окружающей среды.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 1 семестр			
1.	Общие характеристики взаимодействия нейтронов с ядрами	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1	Контрольная работа №1
2.	Перенос нейтронов. Общая теория		
3.	Диффузия нейтронов		
4.	Замедление нейтронов в бесконечных средах		
5.	Термализация нейтронов	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1	Контрольная работа №2
6.	Пространственное распределение замедляющихся нейтронов		
Промежуточная аттестация, 1 семестр			
	Экзамен	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	**Содержательное описание уровня**	**Основные признаки выделения уровня**	**БРС, % освоения**	**ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета**
Высокий *Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Творческая деятельность	*Включает нижестоящий уровень.* Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый *Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	*Включает нижестоящий уровень.* Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый *Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне*	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
высокий	**высокий**	**высокий**
	продвинутый	*высокий*
	высокий	*продвинутый*
продвинутый	*пороговый*	*высокий*
	высокий	*пороговый*
	продвинутый	**продвинутый**
	продвинутый	*пороговый*
	пороговый	*продвинутый*
пороговый	**пороговый**	**пороговый**
ниже порогового	**пороговый**	**ниже порогового**
	ниже порогового	**-**

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

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

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

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

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

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	**Неделя**	**Балл**	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	**1-16**	**36**	**60**
Контрольная точка № 1	**7-8**	**18**	**30**

Контрольная работа №1	7	18	30
Контрольная точка № 2	**15-16**	**18**	**30**
Контрольная работа №2	16	18	30
Промежуточная аттестация	**-**	**24**	**40**
Экзамен	-		
Экзаменационный билет	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		**60**	**100**

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

4.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

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

Направление	**14.04.02 «Ядерные физика и технологии»**
Образовательная программа	**«Radioecology and Radiation Protection»**
Дисциплина	Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Понятие поток нейтронов, микроскопические и макроскопические сечения, ядерная плотность, скорость реакций.
2. Геометрический параметр для плоской, цилиндрической и сферической геометрии.

Составитель _____ И.О.Фамилия
(подпись)

Заведующий кафедрой/
Руководитель ООП _____ И.О.Фамилия
(подпись)

«____»_____20 г.

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

Направление	**14.04.02 «Ядерные физика и технологии»**
Образовательная программа	**«Radioecology and Radiation Protection»**
Дисциплина	Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Понятия поток нейтронов, микроскопические и макроскопические сечения, ядерная плотность, скорость реакций.
2. Классификация сечений ядер по типам реакций, областям энергий, весу ядер.
3. Характерные особенности нейтронных сечений водорода, дейтерия, углерода, бора.
4. Характерные особенности нейтронных сечений нечетных изотопов урана и плутония.
5. Характерные особенности нейтронных сечений четных изотопов урана и плутония
6. Характерные особенности нейтронных сечений гадолиния, эрбия.
7. Спектр нейтронов в тепловых промежуточных и быстрых реакторах.
8. Уравнение Больцмана в интегро-дифференциальной форме (общие понятия).
9. Балансный смысл уравнения переноса, граничные условия.
10. Средний косинус угла рассеяния, средняя длина свободного пробега и транспортное сечение. Коэффициент диффузии.
11. Основные допущения в модели нейтронной диффузии.
12. Односторонние токи, Полный диффузионный ток нейтронов. Закон Фика.
13. Нестационарное уравнение диффузии и его основные параметры.
14. Длина Диффузии, ее смысл.
15. Граничные условия на границе двух сред, на границе с вакуумом. Длина экстраполяции, экстраполированная длина.
16. Общие решения уравнения диффузии с источником в неразмножающей среде, собственные функции.
17. Среды с размножением нейтронов. Материальный параметр среды.
18. Геометрический параметр для плоской, цилиндрической и сферической геометрии.
19. Условие критичности реактора Вероятность избежать утечки в процессе диффузии.

20. Собственные функции однородного уравнения диффузии в размножающей среде для плоской, цилиндрической и сферической геометрии.
21. Кинематика столкновений, углы в системах координат СЦИ-ЛС, потеря энергии - альфа.
22. Закон рассеяния, максимальная потеря энергии, средняя потеря за столкновение.
23. Среднелогарифмическая потеря энергии нейтронов за одно столкновение. Число соударения требуемых для замедления нейтронов до нужной энергии
24. Летаргия и замедление нейтронов. Среднелогарифмическая потеря энергии за столкновение - кси.
25. Замедляющая способность вещества, поглощающая способность, коэффициент замедления.
26. Сравнение нейтронно-физических свойств замедлителей применяемых в реакторах
27. Уравнение замедления в бесконечной среде. Замедление на водороде без поглощения, спектр Ферми.
28. Вероятность избежать резонансного захвата. Бесконечный Резонансный интеграл.
29. Модель непрерывного замедления. Связь времени замедления и летаргии.
30. Решение нестационарного уравнения диффузии с использованием приближения возраста нейтронов.
31. Понятие возраста нейтронов, физический смысл возраста. Уравнения возраста в среде без поглощения.
32. Диффузионно-возрастное приближение, длина миграции Вероятность избежать утечки в процессе замедления нейтронов.
33. Термализация нейтронов. Тепловое равновесие в среде. Спектр Максвелла.
34. Поглощение, и рассеяние при термализации нейтронов. Температура нейтронного газа.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

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

Описание шкалы оценивания:

Оценка	**Критерии оценки**
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	Студент должен:

30-35	- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

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

Направление	**14.04.02 «Ядерные физика и технологии»**
Образовательная программа	**«Radioecology and Radiation Protection»**
Дисциплина	Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory

Комплект заданий для контрольной работы №1

Вариант 1

Задача 1. Вычислить энергию, выделившуюся при делении 1 г ^{235}U. При одном делении освобождается 204 МэВ.
Задача 2. Сколько соударений требуется для замедления нейтрона с энергии 2МэВ до энергии 0,2эВ на ядрах ^{1}H и ^{12}C.
Задача 3. Найдите среднее время диффузии теплового нейтрона для следующей гомогенной среды UO_2+^{12}C+H_2O с объёмными долями 0,028, 0,036 и 0,936 соответственно. Обогащение по изотопу ^{235}U - 2,6%. Плотность UO_2 10.4 г/см^3, плотность углерода 1,6 г/см^3, плотность воды 1 г/см^3.

Критерии оценки:

Задача 1 оценивается в 6 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данный, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 9 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данный, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 3 оценивается в 15 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данный, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Описание шкалы оценивания:

20-30 баллов - контрольная работа засчитывается.

0-19 баллов – студент должен переписать контрольную работу. При переписывании студенту максимальное количество баллов, которые можно набрать - 24.

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

Направление	**14.04.02 «Ядерные физика и технологии»**
Образовательная программа	**«Radioecology and Radiation Protection»**
Дисциплина	Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory

Комплект заданий для контрольной работы №2

Вариант 1

Задача 1. Какова масса радиоактивного нуклида ^{235}U, если известно, что в единицу времени происходит 5.10^6 α-распадов в секунду. Период полураспада ^{235}U принять равным 700 миллионов лет.
Задача 2. Оцените вероятность утечки нейтронов из малогабаритной и крупногабаритной активных зон водо-водяного реактора: а) H=1 м, D=1,1 м и б) H=3 м, D=3,5 м. Во всех случаях используется водно-железный отражатель с эффективной добавкой $\delta_{эф}$=10 см.
Задача 3. Рассчитать коэффициент использования тепловых нейтронов для однородной смеси топлива и замедлителя. Топливо: металлический уран с обогащением 3% по U-235. Замедлитель: графит с плотностью 1,6 г/см^3.

Критерии оценки:

Задача 1 оценивается в 6 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данный, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 9 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данный, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 3 оценивается в 15 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данный, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Описание шкалы оценивания:

20-30 баллов - контрольная работа засчитывается.

0-19 баллов – студент должен переписать контрольную работу. При переписывании студенту максимальное количество баллов, которые можно набрать - 24.