

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)

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Перспективные ядерные технологии (технологии ядерного топливного цикла)

Шифр, название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

Шифр, название направления подготовки

профиля

Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах

Шифр, название профиля

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- овладение знаниями в области современных ядерных технологий, включая в первую очередь ядерное энергопроизводство, производство радиоизотопной продукции;
- обучить основным подходам и техническим решениям при организации открытого и замкнутого топливных циклов.

Задачи изучения дисциплины:

- знакомство с основными понятиями в ядерных технологиях;
- узнать о материалах в ядерных технологиях;
- изучить основные типы ЯЭУ;
- получение основы технологии замкнутого ядерного топливного цикла.
- сформировать у студентов научно-обоснованный подход к проблеме ядерной и радиационной безопасности.
- знание основных технологий переработки, изготовления, хранения и транспортировки ядерного топлива и захоронения радиоактивных отходов, возможные последствия ядерных и радиационных аварий, способы предотвращения аварий и защиты персонала и окружающей среды от возможных последствий аварий.

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

Дисциплина реализуется в рамках базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Теория переноса нейтронов, Конструкции ядерных реакторов, Физическая теория ядерных реакторов, Кинетика ядерных реакторов, Материаловедение.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1-2 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:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2	Способен использовать в практической деятельности основные понятия в области интеллектуальной собственности, проводить поиск по источникам патентной информации.	З-ПК-2 знать основы законодательства в области патентного права и интеллектуальной собственности У-ПК-2 уметь использовать патентно-поисковые системы В-ПК-2 владеть открытыми электронными патентными ресурсами ИНТЕРНЕТ и патентными ресурсами библиотек

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОПОП 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 по семестрам:			
	№ 1	№ 2		Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем				
Аудиторные занятия (всего)	32	32		64
В том числе:				
<i>лекции</i>	-	16		16
<i>практические занятия</i>	32	16		48
<i>лабораторные занятия</i>	-	-		
Промежуточная аттестация				
В том числе:				
<i>зачет</i>	0	-		-
<i>экзамен</i>	-	36		36
Самостоятельная работа обучающихся	76	40		244
Всего (часы):	108	108		216
Всего (зачетные единицы):	3	3		6

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 (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Введение	4	8			25
1.1.	Основные понятия и определения	-	2	-	-	9
1.2.	Применение ядерных технологий	-	2	-	-	8
1.3.	Основные ядерные реакции	-	4	-	-	8
2	Ядерные материалы	-	12	-	-	25
2.1	Делящиеся ядерные материалы	-	4	-	-	9
2.2	Фертильные материалы	-	4	-	-	8
2.3	Конструкционные и другие материалы ядерных реакторов	-	4	-	-	8
3	Основные типы ядерно-энергетических установок	-	12	-	-	24
3.1	Тепловые реакторы	-	4	-	-	8
3.2	Быстрые натриевые реакторы	-	4	-	-	8
3.3	Другие типы реакторов	-	4	-	-	8
	Итого за 1 семестр:	-	32	-	-	76
4.	Ядерный топливный цикл	8	8			20
4.1.	Ядерный топливный цикл. Основные понятия и определения.	2	2			5
4.2.	Виды ядерного топливного цикла	2	2			5
4.3	Виды топливного цикла по технологии замыкания и техническому исполнению.	2	2			5
4.4	Виды топливного цикла по используемым материалам	2	2			5
5.	Стадии топливного цикла	6	6			15

5.1.	Начальная стадия топливного цикла	2	2			5
5.2.	Заклучительная стадия топливного цикла	4	2			5
5.3	Определение затрат на топливо в открытом и замкнутом ЯТЦ	0	2			5
6.	Ториевый топливный цикл	2	2			5
6.1	Ториевый топливный цикл	2	2			5
	Итого за 2 семестр:	16	16			40
	Всего:	32	32			108

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.	Введение	
1.1.	Основные понятия и определения	Ядерные технологии - определение. Ядерные реакции. Реакции под действием нейтронов. Ядерные материалы.
1.2.	Применение ядерных технологий	Ядерные технологии в энергетике: гражданской, на транспорте.
1.3.	Основные ядерные реакции	Ядерные реакции под действием нейтронов. Основные ядерные превращения в реакторе под действием нейтронов.
2.	Ядерные материалы	
2.1.	Делящиеся материалы	Уран, плутоний и их изотопы. Основные нейтронно-физические характеристики
2.2.	Фертильные материалы	Определение фертильных материалов. Уран 238 Отвальный уран, регенерат урана.
2.3.	Конструкционные и другие материалы ядерных реакторов	Теплоносители, замедлители нейтронов, поглощающие материалы, конструкционные материалы. Выбор материалов в зависимости от типа ядерного реактора.
3.	Основные типы ядерно-энергетических установок	
3.1.	Тепловые реакторы	Основные виды ядерных реакторов: по спектру нейтронов – тепловые (ТР) и быстрые (БР), по теплоносителю - легководные, натриевые, газоохлаждаемые, с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем, по назначению. Основные виды тепловых реакторов и их характеристики.
3.2.	Быстрые реакторы	Этапы создания БР. Характеристики БР. Воспроизводство вторичного горючего в БР.
3.3.	Другие виды реакторов	Транспортные и транспортабельные реакторы, судовые реакторы.
4.	Ядерный топливный цикл	
4.1.	Ядерный топливный цикл. Основные понятия и определения.	Определение ЯТЦ. Функции ЯТЦ. Примеры ЯТЦ в мире. ЯТЦ в России. Отвальной уран.
4.2.	Виды ЯТЦ.	Структура ЯТЦ: основные предприятия и технологические процессы, входящие в ЯТЦ. Основные материалы, используемые в ЯТЦ: делящиеся, сырьевые, поглощающие, конструкционные, химические реагенты и др. Классификация ЯТЦ по степени замыкания: открытый ЯТЦ, ЯТЦ замкнутые частично и полностью.
4.3.	Виды топливного цикла по технологии замыкания и техническому исполнению.	Открытый и замкнутый ЯТЦ. Возможные варианты замкнутого ЯТЦ. Предприятия ЯТЦ
4.4.	Виды топливного цикла по используемым материалам	Урановый ЯТЦ. Уран-плутониевый ЯТЦ. Торий-урановый ЯТЦ. Принципиальные схемы ЯТЦ.
5.	Стадии топливного цикла	
5.1.	Начальная стадия топливного цикла	Уран в природе. Добыча урана. Конверсия урана. Изотопное обогащение. Основные технологии обогащения. Изготовление топлива. Удельные стоимости топливных переделов.
5.2.	Заключительная стадия топливного цикла	Промежуточное хранение ОЯТ. Отложенное решение. Хранилища ОЯТ. Цикл с окончательным захоронением ОЯТ.

		Инкапсуляция ОЯТ. Могильники ОЯТ. Цикл с переработкой. Технологии переработки. Виды РАО. Подготовка РАО к захоронению (долговременному хранению).
6.	Ториевый топливный цикл.	
6.1	Ториевый топливный цикл.	Торий в природе. Основные ядерные превращения в ториевом топливном цикле. Основные достоинства и недостатки ядерных материалов ториевого топливного цикла. Специфическая проблема радиоактивности ториевого топливного цикла.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Введение	
1.1.	Основные понятия и определения	Основные материалы, используемые в АЭ: делящиеся, сырьевые, поглощающие, конструкционные, химические реагенты и др.
1.2	Применение ядерных технологий	Специальные применения ядерных технологий - в обороне, космосе и т.д.
1.3	Основные ядерные реакции	Радиоактивный распад. Другие ядерные реакции.
2.	Ядерные материалы	
2.1.	Делящиеся материалы	Торий и его изотопы. Основные нейтронно-физические характеристики
2.2.	Фертильные материалы	Торий 238. Получение урана 233
2.3	Конструкционные и другие материалы ядерных реакторов	Проблемы совместимости материалов. Химические реагенты. Виды топливных материалов.
3.	Основные типы ядерно-энергетических установок	
3.1	Тепловые реакторы	Выбор топлива для ТР. Изменение свойств топлива под действием излучения.
3.2	Быстрые реакторы	Выбор топлива для БР. Изменение свойств топлива под действием излучения.
3.3	Другие виды реакторов	Космические реакторы и др.
4.	Ядерный топливный цикл	
4.1.	Ядерный топливный цикл. Основные понятия и определения	Регенераты ядерных материалов. Топливные переделы.
4.2.	Виды ЯТЦ	Стадии ЯТЦ. Классификация ЯТЦ по виду топлива: урановый, уран-плутониевый торий-урановый ЯТЦ, замкнутый.
4.3	Виды топливного цикла по технологии замыкания и техническому исполнению	Частично замкнутый ЯТЦ. Этапы топливного цикла.
4.4	Виды топливного цикла по используемым материалам	Смешанный уран-торий- плутоний цикл.
5.	Стадии топливного цикла	
5.1.	Начальная стадия топливного цикла	Природные запасы урана и тория. Мировые запасы урана. Основные месторождения урана и тория в России и их величина. Способы добычи урана. Основные технологические переделы при обращении с добытым

		природным ураном: обогащение, конверсия и изотопное обогащение. Основные технологии изотопного обогащения, понятие об отвалах (обедненном уране).
5.2.	Заключительная стадия топливного цикла	Ядерные превращения топливных материалов в ядерных реакторах различных типов. ОЯТ и его состав. Осколки деления, плутоний и малые актиниды (МА), изотопный состав, периоды полураспада. Характерные количества по их наработке. Роль этих материалов в ЯЭ. Прямое захоронение ОЯТ. Инкапсуляция. Примеры могильников для ОЯТ. Стоимость захоронения ОЯТ. Переработка ОЯТ и основные технологии переработки. Выделение основных компонентов: осколков, плутония, МА и регенерированного урана и их количественные характеристики. Замыкание ЯТЦ по плутонию и урану. Многократный рецикл плутония и урана в реакторах различных типов.
5.3	Определение затрат на топливо в открытом и замкнутом ЯТЦ	Понятие о ЕРР. Мировая цена урана и цена урана в России. Стоимость конверсии и ЕРР в России и за рубежом. Мощности ЕРР в России. Международные центры по оказанию услуг в области ЯТЦ.
6.	Ториевый топливный цикл.	
6.1	Ториевый топливный цикл.	Особенности ториевого топливного цикла. Реакторы ториевого цикла.

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

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

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

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ 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.	Основные понятия и определения	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	коллоквиум
2.	Применение ядерных технологий	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
3.	Основные ядерные реакции	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
4.	Делящиеся материалы	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
5.	Фертильные материалы	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
6.	Конструкционные и другие материалы ядерных реакторов	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	реферат
7.	Тепловые реакторы	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	

8.	Быстрые реакторы	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
9.	Другие виды реакторов	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	Зачет	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Вопросы на зачет
Текущий контроль, 2 семестр			
1.	Ядерный топливный цикл. Основные понятия и определения.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	доклад
2.	Виды ядерного топливного цикла	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
3.	Виды топливного цикла по технологии замыкания и техническому исполнению.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
4.	Виды топливного цикла по используемым материалам	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
5.	Начальная стадия топливного цикла	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	индивидуальное домашнее задание
6.	Заключительная стадия топливного цикла	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
7.	Определение затрат на топливо в открытом и замкнутом ЯТЦ	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
8.	Ториевый топливный цикл.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
Промежуточный контроль, 2 семестр			
	Экзамен	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Экзаменационные билеты

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

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

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

8.3.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. Ядерные технологии - определение.
2. Ядерные реакции. Реакции под действием нейтронов.
3. Ядерные материалы. Основные материалы, используемые в АЭ: делящиеся, сырьевые, поглощающие, конструкционные, химические реагенты и др.
4. Ядерные технологии в энергетике: гражданской, на транспорте.
5. Специальные применения ядерных технологий - в обороне, космосе и т.д.\
6. Природные ядерные материалы. Основные изотопы. Изотопы, обладающие свойством деления под воздействием тепловых и быстрых нейтронов. Трансплутонивые изотопы. Общая характеристика ядерных изотопов.
7. Уран и его изотопы. Основные нейтронно-физические характеристики
8. Плутоний и его изотопы. Основные нейтронно-физические характеристики

9. Торий и его изотопы. Основные нейтронно-физические характеристики
10. Отвальный уран, регенерат урана.
11. Материалы замедлителей.
12. Материалы теплоносителей.
13. Конструкционные материалы.
14. Материалы топлива.
15. Использование ЯТ в реакторе. Основные процессы при облучении ЯТ нейтронами на примере уран-плутониевого ЯТЦ.
16. Использование урана в тепловых реакторах. Типы реакторов. Реакторы российского дизайна в России и за рубежом. Характерное обогащение.
17. Виды уранового топлива и их основные свойства. Поведение топлива в реакторе.
18. Выбор топлива в зависимости от типа реактора.
19. Выбор топлива для ТР.
20. Выбор топлива для БР.
21. Российские технологии быстрых реакторов.
22. Космические реакторы.
23. Изменение свойств топлива под действием излучения.
24. Транспортные и транспортабельные реакторы, судовые реакторы.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по зачету входят:

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

в) описание шкалы оценивания:

На зачет задается 2 вопроса. Каждый вопрос оценивается следующим образом:

15-20 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 при решении задач.

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

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

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

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

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

8.3.2. Экзамен

а) типовые вопросы:

1. Что такое ядерный топливный цикл (ЯТЦ) и его основные компоненты?
2. Типы ЯТЦ по используемым материалам .

3. Открытый ЯТЦ. Нарисуйте схему.
4. Частично-замкнутый ЯТЦ. Нарисуйте схему.
5. Возможные варианты замкнутого ЯТЦ. Нарисуйте схему.
6. ЯТЦ России в настоящее время.
7. Что такое МОХ-топливо и примеры его использования.
8. Существующая технологическая схема обращения с ОЯТ в России.
9. Возможная перспективная технологическая схема обращения с ОЯТ в России.
10. Сравнение открытого и замкнутых ЯТЦ. Параметры сравнения.
11. Природный уран и его ресурсы в мире и России. Технологии его добычи.
12. Основные месторождения в России и за рубежом.
13. Конверсия урана.
14. Обогащение урана. Возможные технологии. Единица работы разделения.
15. Виды ядерного топлива. Изготовление ЯТ.
16. Что такое переработка ЯТ?
17. Хранение и захоронение ЯТ и РАО.
18. Основные материалы ЯТЦ. Основные виды топлива. Выгорание ЯТ. Особенности ЯТ.
19. Свежее топливо и его состав. Фертильные материалы и их свойства.
20. Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). Состав, свойства. Малые актиниды. Возможные технологии обращения с ОЯТ.
21. Начальная стадия ЯТЦ и ее этапы (передель).
22. Добыча урана гидрометаллургия, конверсия.
23. Основные технологии обогащения. Единица работы разделения.
24. Основные соотношения для расчета потребности природном уране и величины ЕРР.
25. Цены на передель ЯТЦ. Сравнение российских и зарубежных цен.
26. Заключительная стадия ЯТЦ и ее возможные варианты и соответствующие этапы.
27. Ядерные процессы, происходящие на заключительной стадии ЯТЦ.
28. Представление о стоимости переделов на заключительной стадии.
29. Определение затрат на топливо и основы расчета топливной составляющей для тепловых реакторов на обогащенном природном уране.
30. Сценарий развития ЯЭ России до 2030 г. и основные типы реакторов, на котором он будет базироваться.
31. Пределы развития современной АЭ.
32. Российские технологии ЗЯТЦ.
33. Основные технологии переработки ОЯТ.
34. Ресурс тория.
35. Особенности и возможные варианты ториевого топливного цикла.
36. Основные процессы при облучении тория и урана-233 нейтронами.
37. Специфические проблемы радиоактивности в ториевом топливном цикле.
38. Чисто ториевый топливный цикл. Принципиальная схема.
39. Смешанные топливные циклы с использованием тория. Преимущества и недостатки.
40. ОЯТ тепловых и быстрых реакторов. Основные компоненты: уран, плутоний, осколки деления и малые актиниды. Проблема ОЯТ.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний к экзамену входят:

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

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационном билете 4 вопроса. Каждый вопрос оценивается следующим образом:
8-10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

4-7 балла 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.

1-3 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

8.3.3. Индивидуальное домашнее задание

а) типовые задания - образец:

1. Определить количество природного урана, необходимое для изготовления топлива реактора ВВЭР-1000 на одну перегрузку.
2. Определить работу разделения для получения топлива, необходимого для изготовления топлива реактора ВВЭР-1000 на одну перегрузку.
3. Определить стоимость годовой загрузки МОХ-топливом реактора БН-1200.
4. Определить стоимость переработки ОЯТ реактора БН-1200 за весь его проектный срок эксплуатации.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии
26-30	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) правильный расчет и ответ
21-25	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, правильный ответ; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок
15-20	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) не точный ответ.
0-14	1) не правильный ответ; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок

в) описание шкалы оценивания:

18-30 – индивидуальное домашнее задание засчитано

0-17 - индивидуальное домашнее задание отдается на доработку

8.3.4. Доклад-презентация

а) типовые темы доклада:

1. Мировые и отечественные ресурсы урана.
2. Мировые и отечественные ресурсы тория.
3. Виды уранового топлива и их основные свойства.
4. Хранение и захоронение ЯТ и РАО.
5. Трансплутонивые изотопы.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценивается умение найти в отечественной и зарубежной литературе, а также в сети Интернет, и выделить наиболее важные и современные работы по теме, структурировать изложение темы, уровень владения понятиями, качество представления доклада, умение ответить на вопросы. Доклад оценивается по 4-х балльной шкале.

в) описание шкалы оценивания:

26-30 баллов ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, даны логично построенные, полные, исчерпывающие ответы на вопросы;
- обучающийся демонстрирует способность к анализу положений, существующих научных теорий, оперирует научными понятиями;
- доклад иллюстрируется примерами из практики, подтверждающими теоретические положения.

21-25 баллов ставится, если:

- знания имеют достаточный содержательный уровень; раскрыто содержание доклада, однако имеются определенные затруднения в ответе на уточняющие вопросы;
- в докладе имеют место несущественные фактические неточности;
- недостаточно раскрыто содержание доклада.

15-20 баллов ставится, если:

- знания имеют фрагментарный характер, имеются определенные неточности и погрешности в формулировках, возникают затруднения при ответе на уточняющие вопросы;
- при ответе на вопросы обучающийся не может обосновать закономерности, принципы, объяснить суть явления; допущены фактические ошибки;
- обучающийся продемонстрировал слабое умение формулировать выводы и обобщения, приводить примеры практического использования научных знаний;

0-14 баллов ставится, если:

- не раскрыто содержание доклада, обнаружено незнание или непонимание сущности вопросов;
- допущены существенные фактические ошибки при ответах на вопросы;
- обучающийся обнаруживает неумение оперировать научной терминологией, незнание положений существующих научных теорий;
- в ответе не приводятся примеры практического использования научных знаний;
- на большую часть вопросов экзаменатора обучающийся затрудняется дать ответ или дает неверные ответы;
- из представления доклада видно, что обучающийся слабо ориентируется в тексте.

8.3.5. Реферат

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Уран-графитовые реакторы – история развития направления этих реакторов и их свойства безопасности.
2. Водо-водяные реакторы – история развития направления этих реакторов и их свойства

безопасности.

3. Реакторы на быстрых нейтронах – история развития направления этих реакторов и их свойства безопасности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна реферированного текста	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	6
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие плана теме реферата; - соответствие содержания теме и плану реферата; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.	10
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).	6
4. Соблюдение требований к оформлению	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев.	6
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.	2

в) описание шкалы оценивания:

17-30 баллов контрольная точка считается выполненной

0-16 баллов реферат отдается на доработку

8.3.6. Коллоквиум

а) типовые вопросы - образец:

1. Изотопы, обладающие свойством деления под воздействием тепловых нейтронов.
2. Основные виды топлива в ядерном реакторе.
3. Природный уран и его свойства.
4. Фертильные материалы: уран 238. Его свойства.
5. Природные ядерные материалы.

6. Трансплутонивые изотопы.
7. Общая характеристика ядерных изотопов.
8. Основные материалы ЯТЦ.
9. Делящиеся материалы.
10. Природный уран и его свойства.
11. Фертильные материалы: торий 232. Его свойства.
12. Основные ядерные реакции в ядерном топливе.
13. Реакция деления. Продукты деления.
14. Основные виды топлива. Особенности ЯТ.
15. Изотопы, обладающие свойством деления под воздействием быстрых нейтронов.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценки:

- 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:

На коллоквиуме задается 3 вопроса, каждый вопрос оценивается следующим образом:

8-10 баллов ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

6-7 баллов ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

3-5 баллов ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

0-2 балла ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

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:

1 семестр

контрольная точка № 1 (коллоквиум) и контрольная точка № 2 (реферат)

2 семестр

контрольная точка № 1 (Доклад) и контрольная точка № 2 (Индивидуальное домашнее задание)

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
	Вопрос к коллоквиуму 1	6	10
	Вопрос к коллоквиуму 2	6	10
	Вопрос к коллоквиуму 3	6	10
	Контрольная точка № 2	18	30
	Реферат	18	30
Промежуточный	Зачет	24	40
	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		
	Доклад	18	30
	Контрольная точка № 2		
	Индивидуальное домашнее задание	18	30
Промежуточный	Экзамен		
	Вопрос 1	6	10
	Вопрос 2	6	10
	Вопрос 3	6	10
	Вопрос 4	6	10
ИТОГО по дисциплине		60	100

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

Темы рефератов, докладов, задания к ИДЗ распределяются на первом занятии, готовые доклады сообщаются в соответствующие сроки.

В середине семестра проводится коллоквиум, для оценки первой половины пройденного материала, необходимой для правильного усвоения оставшейся части.

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

Экзамен (зачет) предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

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

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

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

<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 студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии. [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 561 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2722 24.05.2015
2. Ядерные технологии: история, состояние, перспективы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. А. Андрианов [и др.] ; ред. Е. Н. Кочубей. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — Режим доступа: http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Andrianov_Yadernye_tehnologii_istoriya_sostoyanie,_perspektivy_2012.pdf
3. Зорин В. М. Атомные электростанции : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Зорин. - М. : МЭИ, 2012. - 672 с. (250 экз.)

б) дополнительная учебная литература:

1. В. М. Лебедев. Ядерный топливный цикл. Москва. Энергоатомиздат, 2005.
2. Н. М. Синев, Б. Б. Батуров. Экономика атомной энергетики. Москва, Энергоатомиздат, 1984 (5 экз.)
3. В. И. Матвеев, Ю.С. Хомяков. Техническая физика быстрых реакторов с натриевым теплоносителем. Москва, Издательский Дом МЭИ, 2012.
4. В.С. Внуков. Безопасность ядерного топливного цикла, (учебное пособие), Обнинск. ИАТЭ. 2007. (20 экз.)
5. Апсэ В.А., Ксенофонтов А.И., Савандер В.И., Тихомиров Г.В., Шмелев А.Н. Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты: Учебное пособие / В.А. Апсэ, А.И. Ксенофонтов, В.И. Савандер, Г.В. Тихомиров, А.Н. Шмелев – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2014. – 296 с. (2 экз)

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

Интернет – сайт «Интернет-школа ЕврАзЭС» (<http://school.inatom.ru/>);
 Интернет – сайт ГНЦ РФ - ФЭИ [Официальный сайт]. (<http://www.ippe.ru>).
 E-learning for Nuclear Newcomers [Официальный сайт].
 (<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning/index.html>)
 Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт].
 (<https://www.youtube.com/user/MirnyAtom>)
 Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт].
 (http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocumen)
 Научная электронная библиотека [Официальный сайт]. — <http://elibrary.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При 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
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)

При чтении лекций по всем темам активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные с помощью программного приложения Microsoft Power Point, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные технологии:

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- обработка текстовой, графической и эмпирической информации;
- подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;
- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;
- использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

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

Для практических занятий необходима аудитория, оснащенная ноутбуком и проектором. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование), а также помещения для самостоятельной работы студентов.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Основные понятия и определения	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
2.	Применение ядерных технологий	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
3.	Основные ядерные реакции	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
4.	Делящиеся материалы	лекция/практическое занятие	4	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
5.	Фертильные материалы	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
6.	Конструкционные и другие материалы	лекция/практическое занятие	5	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-

	ядерных реакторов			беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
7.	Тепловые реакторы	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
8.	Быстрые реакторы	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
9.	Другие виды реакторов	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
10.	Ядерный топливный цикл. Основные понятия и определения.	лекция/практическое занятие	9	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
11.	Виды ядерного топливного цикла.	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
12.	Виды топливного цикла по технологии замыкания и техническому исполнению.	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
13.	Виды топливного цикла по используемым материалам.	лекция/практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций

14.	Начальная стадия топливного цикла.	лекция/ практическое занятие	7	лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
15.	Заключительная стадия топливного цикла.	лекция/ практическое занятие	8	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
16.	Определение затрат на топливо в открытом и замкнутом ЯТЦ.	практическое занятие	8	мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
17.	Ториевый топливный цикл.	лекция/ практическое занятие	6	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций

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

Темы, выносимые для самостоятельного изучения

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

Типовые задания для самопроверки

1. Расчет потребности в природном уране для всего жизненного цикла АС и его стоимости. Расчеты наработки малых актинидов и плутония Расчет вклада природного урана в стоимость кВт*часа.
2. Расчет баланса плутония в системе тепловых и быстрых реакторов. Расчет топливной составляющей стоимости производства электроэнергии для АС с реакторами различных типов (используются результаты самостоятельного задания №1).

14.3. Краткий терминологический словарь

АЭ – Атомные электростанции

БР – Быстрый реактор
ЗЯТЦ – замкнутый ядерный топливный цикл
МА – малые актиниды
ОЯТ – отработавшее ядерное топливо
РАО – радиоактивные отходы
ЯТ – ядерные технологии
ЯТЦ – ядерный топливный цикл

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

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

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

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить

письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

_____ Декусар В. М., в.н.с., к.т.н.

Рецензент:

_____ Самохин Д.С., к.т.н., доцент