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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ/
NUCLEAR POWER REACTORS

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

профиль

Radioecology and Radiation Protection

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ 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.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ 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.

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

Дисциплина реализуется в рамках факультатива.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Теория переноса нейтронов / Neutron transport theory», «Физика ядерных реакторов / Physics of nuclear reactors».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	З-ОПК-2 Знать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; У-ОПК-2 Уметь применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; В-ОПК-2 Владеть навыками применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;
ПК-3	Способен оценивать перспективы развития	З-ПК-3 Знать достижения научно-технического прогресса;

	атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности	У-ПК-3 Уметь применять полученные знания к решению практических задач; В-ПК-3 Владеть методами моделирования физических процессов;
ПК-11	Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	З-ПК-11 Знать законодательные и нормативные акты, регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности; У-ПК-11 Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11 Владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	**Количество часов на вид работы:**
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия *(всего)*	
В том числе:	16
лекции	-
практические занятия *(из них в форме практической подготовки*	16 (0)
лабораторные занятия *(из них в форме практической подготовки)*	- (0)
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет с оценкой	-
Самостоятельная работа обучающихся	**20**
Всего (часы):	**36**
Всего (зачетные единицы):	**1**

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)*

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс
Не предусмотрен.

Практические/семинарские занятия

Неделя	**№**	**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.

Лабораторные занятия
Не предусмотрены.

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

Для всех видов самостоятельной работы (проработки теоретического материала, подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнения курсовой работы, подготовки к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, подготовки к экзамену) обучающимся рекомендуется использовать:

- конспекты лекций;
- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 9);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (http://elibrary.ru.)
- Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой расчета и конструирования реакторов, протокол № 2 от 06.09.2013 г.

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

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 2 семестр			
1.	Основные понятия и определения	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Коллоквиум
2.	Применение ядерных технологий	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
3.	Основные ядерные реакции	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
4.	Делящиеся материалы	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
5.	Фертильные материалы	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
6.	Конструкционные и другие материалы ядерных реакторов	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Реферат
7.	Тепловые реакторы	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
8.	Быстрые реакторы	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
9.	Другие виды реакторов	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
10.	Ядерный топливный цикл. Основные понятия и определения	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Доклад
11.	Виды ядерного топливного цикла	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
12.	Виды топливного цикла по технологии замыкания и техническому исполнению	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
13.	Виды топливного цикла по используемым материалам	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
14.	Начальная стадия топливного цикла	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Индивидуальное домашнее задание

15.	Заключительная стадия топливного цикла	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
16.	Определение затрат на топливо в открытом и замкнутом ЯТЦ	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
17.	Ториевый топливный цикл	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	
Промежуточная аттестация, 2 семестр			
	Зачет с оценкой	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11	Зачетный билет

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

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

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

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

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

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

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

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

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

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

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	**Неделя**	**Балл**	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация		**36**	**60**
Контрольная работа №1		**18**	**30**

Коллоквиум		9	10
Реферат		9	10
Контрольная работа №2		**18**	**30**
Доклад		9	10
Индивидуальное домашнее задание		9	10
Промежуточная аттестация		**24**	**40**
Зачет с оценкой			
Зачетный 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.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

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

Сумма баллов	***Оценка по 4-х балльной шкале***	***Оценка ECTS***	***Требования к уровню освоения учебной дисциплины***
90-100	*5- «отлично»/ «зачтено»*	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно 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»*		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

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

6. 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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задач 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 с оценкой	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет-источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

1) Создание и управление классами,
2) Создание курсов,
3) Организация записи учащихся на курс,
4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
5) Публикация заданий для учеников,
6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
– Интерактивное общение с помощью программы skype
– Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe7C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
3) ЭБС «Издательства Лань», https://e.lanbook.com/;
4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»,
9) http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf
10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», http://urait.ru/.

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

1. Библиотечный фонд института

2. Аудиторный фонд института.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ п/п	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	1,5	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	1,5	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	3	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	3	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	3	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 ядерных реакторов.	лекция/практическое занятие	3	Лекция с разбором конкретных задач, лекция-беседа, мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций

7.	Тепловые реакторы.	лекция/практическое занятие	3	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	3	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	3	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	3	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	3	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	3	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	3	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	3	Лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
15.	Заключительная	лекция/	4	Лекция с разбором

	стадия топливного цикла.	практическое занятие		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	2	Мозговой штурм, диспут, работа в малых группах, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций
17.	Ториевый топливный цикл.	лекция/ практическое занятие	3	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: Tc, 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.

Вопросы для самоконтроля:

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 также, 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:
Д.С. Самохин
доцент отделения ЯФиТ (О) НИЯУ МИФИ,
кандидат технических наук