

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физико-технические проблемы атомной энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОБРАЩЕНИЕ С РАО И ОЯТ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б4.Ч.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 39,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Никонов С.М.
	Идентификатор	R7ec65784-NikonovSM-8045003e

(подпись)

С.М. Никонов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Мелихов О.И.
	Идентификатор	Re9797a97-MelikhovOI-83f385d8

(подпись)

О.И. Мелихов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Аникеев А.В.
	Идентификатор	R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65

(подпись)

А.В. Аникеев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины состоит в изучение положений и принципов государственной концепции РФ по обращению с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами (РАО) ядерных энергоблоков АЭС.

### Задачи дисциплины

- ознакомление с принципами обращения с отработавшим ядерным топливом на современной АЭС;
- ознакомление с источниками накопления радиоактивных отходов при работе энергетического ядерного реактора;
- изучение схем переработки жидких и газообразных радиоактивных отходов на современной АЭС;
- изучение схем переработки твёрдых радиоактивных отходов на современной АЭС;
- изучение схем долговременного хранения РАО на промплощадке АЭС;
- изучение возможных вариантов и технологий окончательной локализации РАО.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические и технологические процессы, используемые в атомной энергетике	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Знает принципы обеспечения безопасности атомных электростанций на всех стадиях их жизненного цикла	знать: - технологии окончательной локализации РАО; - принципы обращения с отработавшим ядерным топливом на современной АЭС; - схемы переработки жидких и газообразных радиоактивных отходов на современной АЭС; - схемы переработки твёрдых радиоактивных отходов на современной АЭС.  уметь: - принимать обоснованные решения о применении технологий хранения и захоронения РАО.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Физико-технические проблемы атомной энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Обращение с отработавшим ядерным топливом	10	3	6	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Обращение с отработавшим ядерным топливом"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обращение с отработавшим ядерным топливом"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 15-88 [2], стр. 15-88</p>	
1.1	Обращение с отработавшим ядерным топливом	10		6	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Газообразные радиоактивные отходы	10		6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Источники радиоактивных отходов и способы обработки РАО"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Источники радиоактивных отходов и способы обработки РАО"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 89-93 [2], стр. 89-93</p>
2.1	Газообразные радиоактивные отходы	10		6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
3	Жидкие радиоактивные	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Группы</p>	



														<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 340-437 [2], стр. 340-437
	Зачет	18.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	Всего за семестр	72.0		32	-	-	-	-	-	0.3	22	17.7		
	Итого за семестр	72.0		32	-	-	-	-	-	0.3	39.7			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Обращение с отработавшим ядерным топливом

##### 1.1. Обращение с отработавшим ядерным топливом

Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы АЭС. Обращение с отработавшим ядерным топливом в РФ. Особенности временного хранения ОТВС на АЭС. Транспортировка отработавшего ядерного топлива. Длительное хранение отработавших ТВС. Переработка отработавшего ядерного топлива. Обращение с РАО от переработки ОЯТ. Трансмутация долгоживущих радиоактивных отходов.

#### 2. Газообразные радиоактивные отходы

##### 2.1. Газообразные радиоактивные отходы

Система газовых сдувок реакторного отделения. Система газоочистки.

#### 3. Жидкие радиоактивные отходы

##### 3.1. Жидкие радиоактивные отходы

Источники жидких радиоактивных отходов. Виды активности теплоносителя и её расчет. Способы обработки жидких радиоактивных отходов. Системы обращения с жидкими радиоактивными отходами. Обработка жидких радиоактивных отходов при выводе энергоблока из эксплуатации. Временное хранение жидких радиоактивных отходов. Отверждение жидких радиоактивных отходов..

#### 4. Твердые радиоактивные отходы

##### 4.1. Твердые радиоактивные отходы

Дезактивация твердых радиоактивных отходов и оборудования. Хранение твердых радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. Компактирование твердых радиоактивных отходов. Обращение с радиоактивными металлическими отходами. Обращение с радиоактивным графитом.

#### 5. Локализация радиоактивных отходов

##### 5.1. Локализация радиоактивных отходов

Варианты и критерии подземного хранения и захоронения РАО. Выбор вариантов захоронения РАО. Выбор площадки для захоронения РАО. Альтернативные концепции удаления радиоактивных отходов.

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обращение с отработавшим ядерным топливом"

2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Источники радиоактивных отходов и способы обработки РАО"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Группы жидких радиоактивных отходов. Переработка РАО при выводе энергоблоков из эксплуатации"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Временное хранение и отверждение ЖРО. Дезактивация ТРО. Обращение с графитом"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Локализация РАО. Варианты и критерии локализации. Критерии надёжности локализации. Альтернативные концепции окончательной локализации РАО"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
схемы переработки твёрдых радиоактивных отходов на современной АЭС	ИД-4ПК-1				+		Контрольная работа/Твердые радиоактивные отходы
схемы переработки жидких и газообразных радиоактивных отходов на современной АЭС	ИД-4ПК-1		+	+			Контрольная работа/Газообразные и жидкие радиоактивные отходы
принципы обращения с отработавшим ядерным топливом на современной АЭС	ИД-4ПК-1	+					Контрольная работа/Обращение с отработавшим ядерным топливом
технологии окончательной локализации РАО	ИД-4ПК-1					+	Контрольная работа/Локализация радиоактивных отходов
<b>Уметь:</b>							
принимать обоснованные решения о применении технологий хранения и захоронения РАО	ИД-4ПК-1					+	Контрольная работа/Локализация радиоактивных отходов

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Газообразные и жидкие радиоактивные отходы (Контрольная работа)
2. Локализация радиоактивных отходов (Контрольная работа)
3. Обращение с отработавшим ядерным топливом (Контрольная работа)
4. Твердые радиоактивные отходы (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Зачет (Семестр №3)

Результат зачтено/незачтено определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Скачек, М. А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления "Техническая физика" / М. А. Скачек . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 448 с. - ISBN 978-5-383-00057-1 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5313](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5313);

2. Скачек М.А.- "Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012048.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -

[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-320, Учебная аудитория	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-317, Помещение учебно-вспомогательного персонала	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Обращение с РАО и ОЯТ

(название дисциплины)

## 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Обращение с отработавшим ядерным топливом (Контрольная работа)

КМ-2 Газообразные и жидкие радиоактивные отходы (Контрольная работа)

КМ-3 Твердые радиоактивные отходы (Контрольная работа)

КМ-4 Локализация радиоактивных отходов (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Обращение с отработавшим ядерным топливом					
1.1	Обращение с отработавшим ядерным топливом		+			
2	Газообразные радиоактивные отходы					
2.1	Газообразные радиоактивные отходы			+		
3	Жидкие радиоактивные отходы					
3.1	Жидкие радиоактивные отходы			+		
4	Твердые радиоактивные отходы					
4.1	Твердые радиоактивные отходы				+	
5	Локализация радиоактивных отходов					
5.1	Локализация радиоактивных отходов					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25