

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Северский технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Химии и технологии материалов современной энергетики»**

**ОДОБРЕНО**  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПЕРЕРАБОТКА, ОБРАЩЕНИЕ И  
ЗАХОРОНЕНИЕ РАО**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**14.03.02 Ядерные физика и технологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
7	5	180	32	32	0	16	116	Экз.
Итого	5	180	32	32	0	16	116	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Радиационная безопасность, переработка, обращение и захоронение РАО» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### **1) знать:**

З.1 принципы создания замкнутого ядерного топливного цикла, возможные способы переработки и захоронения радиоактивных отходов (РАО), основные стадии процессов, недостатки и преимущества, возможные пути совершенствования применяемых способов переработки;

З.2 свойства радиоактивных отходов, их виды и классификацию;

З.3 основы ядерной и радиационной безопасности

### **2) уметь:**

У.1 подбирать справочную и нормативно-техническую литературу;

У.2 выбрать способ переработки различных видов РАО, предусмотреть возможные риски при переработке, осуществлять руководство практической работой отделения предприятия по переработке РАО;

### **3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования по переработке РАО, расчета и проектирования технологических схем;

В.2 методами расчета и анализа процессов переработки РАО, определения технологических показателей, методами выбора процессов и аппаратов переработки РАО.

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Радиационная безопасность, переработка, обращение и захоронение РАО» являются:

изучение структуры и организации современных производств по обращению с радиоактивными отходами, в первую очередь, на предприятиях Госкорпорации «РОСАТОМ»; ознакомление с физико-химическими основами процессов выделения, очистки, переработки и окончательной утилизации радиоактивных отходов; изучение основ ядерной и радиационной безопасности.

Основными задачами дисциплины являются:

формирование у будущих бакалавров современного мировоззрения в области обращения с радиоактивными отходами, сокращения объемов и окончательного захоронения радиоактивных отходов.

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Радиационная безопасность, переработка, обращение и захоронение РАО» (Б1.В.ОД.1.8) - Профессиональный модуль образовательной программы.

### 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический</b>			
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	<b>ПК-6</b> Способен к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживания оборудования	<b>З-ПК-6</b> знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования <b>У-ПК-6</b> уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования <b>В-ПК-6</b> владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	<b>ПК-8</b> Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности	<b>З-ПК-8</b> Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности <b>У-ПК-8</b> Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности <b>В-ПК-8</b> Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные	<b>ПК-25.1</b> Способен участвовать в проведении контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов	<b>З-ПК-25.1</b> Знать основные методы проведения контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов <b>У-ПК-25.1</b> Уметь применять на практике методы радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования <b>В-ПК-25.1</b> Владеть методами радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	отходы		

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Радиационная безопасность, переработка, обращение и захоронение РАО» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

#### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

##### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 5, 180 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 7**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Состав и характеристики РАО»
- **раздел 2** – «Методы переработки и захоронения РАО»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>7 семестр (18 недель)</b>								
1	Состав и характеристики РАО	16	16		36		8/Т1	30

2	Методы переработки и захоронения РАО	16	16		44		16/Т2	30
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 7 семестр:</b>		32	32		116			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования ( <b>З-ПК-6</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования ( <b>У-ПК-6</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования ( <b>В-ПК-6</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ( <b>З-ПК-8</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности ( <b>У-ПК-8</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности ( <b>В-ПК-8</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– Знать основные методы проведения контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов ( <b>З-ПК-25.1</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– Уметь применять на практике методы радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования ( <b>У-ПК-25.1</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)
– Владеть методами радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования ( <b>В-ПК-25.1</b> )	1, 2	Т1, Т2, Экзамен (7 сем.)

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Состав и характеристики РАО</b>	
<b>1.1 Замкнутый ЯТЦ и проблема РАО. Законодательство в области РАО.</b>	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>1.2 Состояние проблемы, ядерный топливный цикл, происхождение и характеристика радиоактивных отходов.</b>	2
<b>1.3 Цели и задачи переработки РАО.</b>	2
<b>1.4 Характеристика и классификация РАО.</b>	2
<b>1.5 Характеристика, сбор и транспортировка жидких радиоактивных отходов.</b>	4
<b>1.6 Дезактивация поверхностей, загрязненных радионуклидами.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>
<b>Раздел 2 Методы переработки и захоронения РАО</b>	
<b>2.1 Обезвреживание жидких отходов низкого и среднего уровня активности .</b> Общая характеристика методов переработки РАО среднего и низкого уровня активности. Осадительные методы очистки. Очистка жидких отходов методом выпаривания. Очистка жидких отходов методом ионного обмена. Мембранные методы очистки. Аппаратурное оформление процессов	2
<b>2.2 Методы отверждения отходов среднего уровня активности .</b> Обезвоживание. Отверждение со связующими: битум, цемент, органические смолы. Аппаратурное оформление процессов отверждения РАО средней активности	2
<b>2.3 Хранение и переработка жидких высокоактивных отходов .</b> Хранение высокоактивных отходов в ёмкостях. Упаривание высокоактивных отходов. Отверждение высокоактивных растворов методом кальцинации, остекловывания, включение в металлическую матрицу, включения в керамику. Аппаратурное оформление процессов	4
<b>2.4 Свойства и захоронение отвержденных радиоактивных отходов .</b> Химические и физические свойства отвержденных РАО. Термическая стойкость отвержденных отходов. Влияние ионизирующего излучения на свойства отвержденных отходов. Теплофизические свойства отвержденных отходов и условия отвода тепла. Захоронение отвержденных отходов в поверхностных слоях почвы. Использование для захоронения массивов каменной соли. Использование других геологических формаций для захоронения отвержденных отходов различного уровня активности	4
<b>2.5 Открытые поверхностные хранилища жидких отходов, консервация хранилищ и глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов .</b> Проблема открытых поверхностных хранилищ жидких РАО. Опыт консервации бассейнов на АО СХК. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов – цели, задачи и условия захоронения. Опыт АО СХК, ГНЦ НИИАР в глубинном захоронении жидких РАО	2
<b>2.6 Система ядерной и радиационной безопасности на предприятиях ЯТЦ.</b> Законодательство в области ЯРБ. Технологические регламенты обращения с РАО, РВ, ЯДМ. Особенности радиационной безопасности на предприятиях по выводу из эксплуатации ЯРОО	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>32</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Состав и характеристики РАО</b>	
<b>1.1 Схема ЯТЦ в России. Возможность организации замкнутого ЯТЦ в России. Проблема вывода из эксплуатации ЯРОО.</b>	4
<b>1.2 Российское законодательство в области обращения с РАО. Национальная система обращения с РАО. ФГУП НО РАО. Обращение с РАО на предприятиях ЯТЦ России.</b>	4
<b>1.3 Радиоактивные отходы от процессов вывода из эксплуатации ЯРОО. Проблема, текущее состояние и перспективы обращения с РАО от вывода из эксплуатации ЯРОО, проведения радиационного обследования зданий, сооружений</b>	4
<b>1.4 Аппаратура для временного хранения РАО. Хранение РАО на предприятиях России. Аварии на объектах хранения жидких РАО. Полигоны захоронения твердых РАО на объектах ФГУП НО РАО.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>
<b>Раздел 2 Методы переработки и захоронения РАО</b>	
<b>2.1 Аппараты осадительного процесса очистки РАО. Намывные и ионообменные фильтры. Выпарные установки с доупаривателем. Аппараты электролиза. Обратноосмотические установки. Сушилки и испарители. Экструдеры и битуматоры.</b>	4
<b>2.2 Аппаратура для упаривания высокоактивных отходов. Конструкции и особенности работы выпарных аппаратов. Особенности процесса кальцинации. Аппаратурное оформление процессов кальцинации. Тигельная кальцинация. Распылительная кальцинация. Кальцинация в псевдооживленном слое. Испарители и сушилки. Остекловывание высокоактивных отходов. Схема установки типа «Fingal». Схема установки остекловывания КС-КТ. Схема процесса включения остеклованных отходов в металлическую матрицу. Аппаратура для получения керамических материалов для хранения ВАО.</b>	4
<b>2.3 Виды хранилищ РАО. Предприятия России, где хранятся большие объемы РАО. Опыт хранения РАО на ФГУП ГХК. Опыт хранения РАО на ФГУП ПО Маяк. Опыт хранения РАО на АО СХК.</b>	2
<b>2.4 Понятие ядерной и радиационной безопасности. Критическая масса делящегося материала в растворе, в металле и других средах. Меры по обеспечению ядерной безопасности процесса. Средства защиты от радиационного излучения и нейтронных потоков. Средства сигнализации и контроля за ядерной и радиационной безопасностью.</b>	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>2.5 Обеспечение радиационной безопасности в Российской Федерации.</b> Основы обеспечения радиационной безопасности при обращении с радиационными источниками. Обеспечение радиационной безопасности населения Российской Федерации.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>32</b>

### 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Case-study, Методы проблемного обучения.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Case-study, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-6	З-ПК-6	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-6	У-ПК-6	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-6	В-ПК-6	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-8	З-ПК-8	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-8	У-ПК-8	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-8	В-ПК-8	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-25.1	З-ПК-25.1	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-25.1	У-ПК-25.1	T1, T2, Экзамен (7 сем.)
ПК-25.1	В-ПК-25.1	T1, T2, Экзамен (7 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному



контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

### Аттестация в 7 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
T1	Тестирование	30	18
T2	Тестирование	30	18
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)		удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)	
Зачет	Зачтено					Не зачтено	

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.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

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.

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.

### Вопросы для Экзамена (7 семестр):

- 1 Замкнутый ЯТЦ. Источники РАО в замкнутом ЯТЦ
- 2 Классификация РАО. Схема государственного управления РАО в РФ
- 3 Источники образования жидких радиоактивных отходов на АЭС
- 4 Радиоактивные отходы, образующиеся при регенерации отработавших ТВЭЛов
- 5 Категории и номенклатура жидких РАО
- 6 Сбор и транспортировка жидких РАО
- 7 Дезактивация лабораторного оборудования, помещений и радиохимических производств

- 8 Радиоактивные отходы экспериментальных ядерных установок
- 9 Осадительные методы очистки РАО
- 10 Очистка жидких отходов методом выпаривания
- 11 Очистка жидких отходов методом ионного обмена. Мембранные методы очистки
- 12 Методы отверждения отходов среднего уровня активности. Обезвреживание РАО
- 13 Методы отверждения отходов среднего уровня активности. Отверждение РАО
- 14 Обеспечение радиационной безопасности на объектах ЯТЦ
- 15 Обеспечение радиационной безопасности населения Российской Федерации
- 16 Физические и биологические основы применения источников ионизирующих излучений и контроля радиационной безопасности

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Беденко С. В. Надзор и контроль в сфере безопасности. Учет и контроль делящихся материалов: учебное пособие для магистратуры / С. В. Беденко, И. В. Шаманин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Москва: Юрайт, 2019 - 91 с.

Л1.2 Бекман И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман - Москва: Юрайт, 2019 - 398 с.

Л1.3 Обращение с отработавшим ядерным топливом. Радиохимическая переработка ОЯТ: курс лекций / Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ; составитель В. А. Андреев - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2021 - 166 с.

Л1.4 Технологии переработки и захоронения радиоактивных отходов: курс лекций / Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ; составитель В. А. Андреев - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2021 - 121 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Беспалов В. И. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Москва: Юрайт, 2019 - 508 с.

Л2.2 Коннова Л. А. Основы радиационной безопасности [Электронный ресурс] / Коннова Л. А., Акимов М. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2019 - 164 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Э1 Журнал «Радиохимия» – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Э2 Э2 Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Э3 Э3 Известия вузов. Сер.: Химия и химическая технология – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Э4 Э4 Известия Томского политехнического университета. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

## 9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## 10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Практические занятия.** Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить

ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, практических, занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): В.А. Андреев