

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1152632	Обращение с радиоактивными отходами

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Управление экологической безопасностью радиохимических технологий	Код ОП 1. 18.04.01/33.08
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Воронина Анна Владимировна	кандидат химических наук, доцент	Заведующий кафедрой	радиохимии и прикладной экологии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Обращение с радиоактивными отходами

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает дисциплину «Обращение с радиоактивными отходами», направлен на формирование компетенций в сфере обращения с жидкими, твёрдыми и газообразными радиоактивными отходами (РАО), рассматривает широкий круг вопросов, связанных со сбором, переработкой, кондиционированием, транспортировкой, хранением и захоронением РАО, технологии концентрирования и иммобилизации радионуклидов с целью долговременного хранения или захоронения, реабилитации радиоактивно-загрязнённых территорий, методы и средства дезактивации радиоактивно-загрязнённых поверхностей. Особое внимание уделяется нормативно-правовому обеспечению деятельности по обращению с РАО и обеспечению экологической безопасности на всех стадиях обращения.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Обращение с радиоактивными отходами	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Радиохимия и радиоэкология
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Обращение с радиоактивными отходами	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной	З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов

<p>деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p>
<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>
<p>ПК-4 - Способен организовывать и руководить ведением технологического процесса с радиоактивными веществами и материалами, в том числе с радиоактивными отходами, радиохимическим контролем технологических процессов, обеспечивать и контролировать их безопасность, предотвращать негативное радиационное воздействие на здоровье персонала и населения, радиоактивное загрязнение окружающей среды</p>	<p>З-1 - Ориентироваться в законодательстве Российской Федерации в области использования атомной энергии и обеспечения безопасности по направлению деятельности</p> <p>З-2 - Сформулировать требования и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности</p> <p>З-3 - Характеризовать основные стадии и виды технологических операций в ядерном топливном цикле, обращения с радиоактивными отходами</p> <p>З-5 - Иметь понятие о действиях в аварийных и чрезвычайных ситуациях</p> <p>У-1 - Анализировать технологический процесс как объект управления, систематизировать и обобщать информацию, касающуюся деятельности предприятия и обеспечения экологической безопасности</p>

		<p>У-4 - Осуществлять деятельность по предотвращению негативного воздействия предприятий, использующих радиохимические технологии на окружающую среду и ликвидировать последствия этой деятельности</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять технологические процессы с использованием радиоактивных и ядерных материалов, обращение с радиоактивными отходами, проводить радиометрические, спектрометрические измерения технологического сырья и продуктов, осуществлять радиохимический анализ</p>	<p>З-2 - Объяснить назначение, устройство, конструктивные особенности, принципы работы оборудования в сфере профессиональной деятельности</p> <p>З-5 - Сформулировать критерии классификации радиоактивных отходов и характеризовать основные стадии обращения</p> <p>З-6 - Характеризовать действия, осуществляемые в аварийных и чрезвычайных ситуациях</p> <p>У-1 - Контролировать и управлять параметрами технологического процесса с использованием радиоактивных и ядерных материалов (технологии ядерного топливного цикла, обращения с радиоактивными отходами, производства радиоактивных изотопов)</p>
	<p>ПК-6 - Способен реализовать природоохранную деятельность на объектах использования атомной энергии, обеспечивать радиационную и экологическую безопасность, использовать методы радиоэкологического мониторинга</p>	<p>З-1 - Ориентироваться в законодательстве Российской Федерации в области использования атомной энергии, охраны окружающей среды и радиационной безопасности</p> <p>З-2 - Описать характер воздействия объекта использования атомной энергии на окружающую среду</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль федеральных норм и правил в области использования атомной энергии</p> <p>П-3 - Предотвращать негативное воздействие предприятий, использующих радиохимические технологии на окружающую среду и ликвидировать последствия этой деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Обращение с радиоактивными отходами

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Воронина Анна Владимировна	кандидат химических наук, доцент	Заведующий кафедрой	радиохимии и прикладной экологии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Воронина Анна Владимировна, Заведующий кафедрой, радиохимии и прикладной экологии**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Характеристика радиоактивных отходов, образующихся на предприятиях различных отраслей народного хозяйства	
P1.T1.	Радиоактивные отходы (РАО). Система обращения с РАО	Введение. Радиоактивные материалы, радиоактивные отходы. Классификация РАО. Обращение с радиоактивными отходами: цель, основополагающие принципы, основные стадии обращения. Система обращения с РАО, принятая в России и за рубежом. Системный подход к обращению с РАО.
P1.T2	Характеристика радиоактивных отходов (РАО)	Характеристики радионуклидов, содержащихся в РАО различного происхождения. РАО, образующиеся на предприятиях различных отраслей народного хозяйства. Специфика РАО от оборонных предприятий и спецтехники, исследовательских и транспортных реакторов. РАО, возникающие на всех этапах ядерного топливного цикла (ЯТЦ): сырьевой части ЯТЦ, на заводах по обогащению урана и производству ядерного топлива, на атомных электростанциях, радиохимических комбинатах. Радиационные аварии. Классификация радиационных аварий, Примеры и возможные последствия. Мероприятия по предупреждению радиационных ава-рий. РАО, возникающие

		при аварийных ситуациях. Ликвидация последствий радиационных аварий. РАО "двойной опасности": пожаро- и взрывоопасные, химически опасные (повышенной токсичности) и т.п.
P2	Организационно-правовое обеспечение обращения с радиоактивными отходами	
P2.T1	Основные нормативно правовые документы	<p>Принципы и подходы, используемые при составлении нормативно-правовых документов при обращении с РАО. Основы законодательства РФ "Об охране здоровья граждан".</p> <p>Федеральный закон "О радиационной безопасности населения". Требования к обеспечению радиационной безопасности, права и обязанности граждан, ответственность за невыполнение требований по обеспечению радиационной безопасности.</p> <p>Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", санитарно-тарное законодательство в России, санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. Санитарно-эпидемиологическое заключение.</p> <p>Федеральный закон "Об охране окружающей среды". Нормирование качества окружающей природной среды; нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ; возмещение вреда, причиненного загрязнением окружающей среды.</p> <p>Федеральный закон "Об использовании атомной энергии". Общие положения. Права граждан на возмещение убытков и причиненного вреда; меры по социальной защите граждан от риска радиационного воздействия.</p> <p>Федеральный закон от 11.07.2011 N 190-ФЗ "Об обращении с радиоактивными отходами."</p>
P2.T2	Организация работ при обращении с РАО	<p>Нормативно-правовые документы общего и ведомственного характера по обращению с РАО. Организация работ при обращении с РАО. "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) и "Нормы радиационной безопасности"(НРБ-99/2009). Основные требования к сбору твердых и жидких РАО. Требования к помещениям для приема и временного хранения отходов, оснащение, вентиляция, планировка, материалы внутренней отделки, расположение. Требования к контейнерам, упаковкам, сборникам. Учёт и контроль радиоактивных веществ и радиоактивных отходов.</p> <p>Транспортирование РАО.</p>

РЗ	Технологические приёмы обращения с радиоактивными отходами	
РЗ.Т1	Сортировка РАО	Сортировка РАО для дальнейшей переработки. Сортировка по активности, агрегатному состоянию и габаритам. Горючие и негорючие отходы, их химический состав. Биологические РАО. Загрязненные радионуклидами пищевые и непищевые легко портящиеся продукты, другие категории РАО.
РЗ.Т2	Обращение с твердыми и газообразными радиоактивными отходами	<p>Сжигание радиоактивных отходов. РАО, подлежащие сжиганию. Обзор основных способов сжигания РАО: колосниковые, шахтные, вращающиеся наклонные печи. Сравнительные характеристики установок для сжигания РАО. Особенности оборудования печей, систем газоочистки. Характеристика получаемых вторичных отходов после сжигания и их дальнейшая переработка. Обеспечение экологической безопасности процесса сжигания РАО. Очистка дымовых газов от радиоактивных аэрозолей, продуктов неполного окисления и других токсичных составляющих.</p> <p>Прессование РАО. Современные средства компактирования. Обращение с компактированными РАО.</p> <p>Обращение с отработавшими радионуклидными источниками. Классификация источников по активности, виду излучения и конструктивными параметрами. Определения способа переработки, временного хранения или захоронения источника. Определения целесообразности регенерации радионуклида, вторичного использования материала защиты источника. Организация хранилища для высокоактивных источников. Технология и установка для заливки захороненных источников для надежности вторичным свинцом. Особенности хранения и захоронения отработанных источников на ПЗРО.</p> <p>Обращение с газообразными радиоактивными отходами.</p>
РЗ.Т3	Обращение с жидкими радиоактивными отходами	<p>Обращение с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО). Методы очистки и концентрирования ЖРО (термические, осадительные, сорбционные, мембранные). Сорбция и сорбенты. Сорбционная активность почв и горных пород. Стационарные и передвижные очистительные установки, их характеристики, конструкции и возможности. Вторичные РАО, характерные для каждого метода очистки и их утилизация.</p> <p>Методы иммобилизации РАО. Битумирование РАО. Технологический процесс битумирования. Способы битумирования для различных РАО. Аппаратура, установки, используемые для битумирования, принцип их действия, характеристики. Характеристика свойств битумных блоков, содержащих РАО.</p> <p>Цементирование РАО. Классификация РАО, подлежащих цементации. Методики цементирования для различных видов РАО. Технологический процесс цементирования РАО. Установки для цементирования. Характеристика РАО, заключенных в блоки и бочки с цементом.</p>

		<p>Остекловывание РАО. Классификация РАО, подлежащих остекловыванию. Основные способы остекловывания РАО, особенности процесса и конструкций плавителей. Плавители индукционные, "горячие", "холодные" тигли, керамические плавители. Способы подведения тепла к расплаву. Установки для остекловывания РАО, их принцип действия, конструкции. Виды и свойства стекол для остекловывания РАО, флюсующие добавки, требования к ним. Технологический процесс остекловывания. Способы очистки отходящих газов при остекловывании.</p> <p>Иммобилизация в керамику средне и высокоактивных отходов. Требования, предъявляемые к матричным материалам. Виды матричных материалов. Кристаллические фазы для иммобилизации элементов ВАО. Сравнительная характеристика параметров матриц. Фракционирование ВАО. Новые научные разработки в области получения матричных материалов.</p> <p>Трансмутация как метод переработки РАО.</p> <p>Опыт работы МосНПО "Радон". Характеристики спецпредприятий по сбору, переработке и хранению РАО. Общие требования к расположению и оснащению спецпредприятий. Пункт захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) как составная часть спецпредприятия.</p>
Р3.Т4	Хранение и захоронение РАО	<p>Способы хранения жидких и твердых РАО. Конструкции емкостей, условия хранения. Длительное хранение и захоронение РАО. Условия хранения и захоронения битумированных, цементированных, и остеклованных РАО. Процессы выщелачивания РАО из блоков при контакте с водой и почвой. Подземные и надземные хранилища и могильники РАО. Требования, предъявляемые к материалам хранилищ и условиям хранения РАО. Конструкции хранилищ и могильников РАО. Хранение в цементных, битумных блоках и бочках. Преимущества и недостатки. Сроки гарантии хранилищ (могильников) разных конструкций и с различным наполнением. Радиационная стойкость различных материалов блоков с РАО и материалов хранилищ. Технология захоронения РАО. Геоэкологический подход к выбору районов захоронения РАО. Принцип мультибарьерной защиты при изоляции ВАО.</p>
Р3.Т5	Дезактивация, реабилитация радиоактивно-загрязнённых территорий	<p>Загрязнение радиоактивное. Прочность фиксирования радиоактивных веществ. Основные виды загрязненности оборудования, помещений и спецодежды. Допустимые уровни радиоактивного загрязнения. Дезактивация, количественная оценка эффективности дезактивации, выбор оптимальных методов и средств. Выбор дезактивирующего компонента в зависимости от характеристик поверхности и загрязнителя.</p>

		Принципы и способы дезактивации, дезактивирующие растворы, дезактивационное оборудование. Уборка и дезактивация рабочих мест, помещений, систем вентиляции промышленных объектов технологического оборудования. Особенности дезактивации спецавто-транспорта. Дезактивационные работы на грунтах и на растительном покрове. Спецодежда и другие средства индивидуальной защиты для проведения дезактивационных работ. Защита и дезактивация кожных покровов. Дезактивация спецодежды.
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обращение с радиоактивными отходами

Электронные ресурсы (издания)

1. Ахмедзянов, В. Р.; Обращение с радиоактивными отходами : учебное пособие.; Энергия, Институт энергетической стратегии, Москва; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/5719.html> (Электронное издание)
2. Пронкин, Н. С.; Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла : учебное пособие.; Логос, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233787> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Скачек, М. А.; Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атом. электр. станции и установки" направления подгот. "Техн. физика".; МЭИ, Москва; 2007 (12 экз.)
2. Скачек, М. А.; Радиоактивные компоненты АЭС: обращение, переработка, локализация : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Ядерная энергетика и теплофизика".; Издательский дом МЭИ, Москва; 2014 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обращение с радиоактивными отходами

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
--	--	--	--