Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

РАДИОЭКОЛОГИЯ

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки *05.03.06 Экология и природопользование* программы *бакалавриата*

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 30 декабря 2020 года № 1368.

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** (*перечень освоенных дисциплин)*)

Общая химия
Общая физика
Геология
Общая экология
Ландшафтоведение
Геохимия ландшафта
Радиоэкология

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
Б-СПК-4. Владеет знаниями основ радиационной безопасности, российских и международных регламентов нормирования радиационных воздействий, подходов к оценке экологического состояния окружающей среды в условиях радиоактивного загрязнения в соответствии с современными концепциями экологического нормирования	**Б-СПК-4.1.** Применяет знания основ радиационной безопасности, российских и международных регламентов нормирования радиационных воздействий, подходов к оценке экологического состояния окружающей среды в условиях радиоактивного загрязнения в соответствии с современными концепциями экологического нормирования	**Знает:** основные принципы и стадии обращения с радиоактивными отходами, методы их очистки, переработки, хранения и захоронения; процедуры контроля, классификации, нормирования, лимитирования, включающие оценку воздействия радиоактивных отходов на окружающую среду. **Умеет:** применять методы радиационного контроля, анализировать производственные, нормативные документы и литературные сведения в сфере обеспечения экологической безопасности при обращении с радиоактивными отходами.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е.**,** в том числе 34 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 38 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения:** очная

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)			**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	**Всего**	Выполнение практических заданий	Подготовка докладов, рефератов	**Всего**
Раздел 1. Радиоактивные отходы и их классификация	8	2	2	4	2	2	4
Тема 1. Источники образования РАО.	4	1	1	2	1	1	2
Тема 2. Классификация РАО.	4	1	1	2	1	1	2
Форма текущей аттестации по разделу	Тестирование, контрольная работа						
Раздел 2. Основные принципы и стадии обращения с РАО	32	5	9	14	7	11	18
Тема 3. Организационная структура и принципы обращения с РАО.	3	0	1	1	1	1	2
Тема 4. Переработка жидких РАО	5	1	1	2	1	2	3

Тема 5. Обращение с твердыми РАО.	5	1	1	2	1	2	3
Тема 6. Временное хранение и транспортирование РАО.	3	-	1	1	1	1	2
Тема 7. Долгосрочное хранение и хранилища РАО.	5	1	2	3	1	1	2
Тема 8. Захоронение РАО.	6	1	2	3	1	2	3
Тема 9. Хранение и захоронение ЖРО.	5	1	1	2	1	2	3
Форма текущей аттестации по разделу.	Тестирование, контрольная работа						
Раздел 3. Экологическая безопасность при обращении с РАО в ЯТЦ и других отраслях	20	5	7	12	4	8	8
Тема 10. Радиоэкологические проблемы при обращении с отходами на начальных стадиях ЯТЦ.	4	1	1	2	1	1	2
Тема 11. Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО на АЭС.	6	1	3	4	1	1	2
Тема 12. Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО на радиохимических заводах (РХЗ), на военных и промышленных объектах.	6	2	2	4	1	1	2
Тема 13. Радиоэкологические проблемы в различных отраслях промышленности при образовании отходов с повышенным	4	1	1	2	1	1	2

содержанием ЕРН.							
Форма текущей аттестации по разделу	Тестирование, контрольная работа						
Раздел 4. Обращение с ТПрО, ТБО и их радиационный, экологический контроль	8	2	2	4	2	2	4
Тема 14. Система обращения с ТПрО и ТБО, опасные свойства отходов.	4	1	1	2	1	1	2
Тема 15. Обезвреживание, переработка и захоронение ТПрО и ТБО.	4	1	1	2	1	1	2
Форма текущей аттестации по разделу	Тестирование, контрольная работа						
Промежуточная аттестация	*экзамен*				4		
Итого:	72	34			38		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Радиоактивные отходы и их классификация

Тема 1. Источники образования РАО.

Количество накопленных РАО в России и других странах. Источники образования РАО. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). Военные ядерные материалы. Промышленные РАО. Медицинские РАО. Смешанные отходы. Удаляемые и особые РАО. Радионуклидный состав РАО. Радиационные источники, их классификация и категорирование, вывод из эксплуатации.

Задания для самостоятельной работы:

1) Указать техногенные и естественные радионуклиды, в состав каких РАО могут входить приведенные радионуклиды.

2) Рассчитать количество нейтронов, образующихся в следующей реакции деления.

3) Привести элементы в цепочке радиоактивных превращений.

Тема 2. Классификация РАО.

Градации отнесения отходов к категории радиоактивных. Классификация РАО: по агрегатному состоянию (ТРО, ЖРО, ГРО), удельной активности (высоко-, средне-, низкоактивные), уровню радиоактивного загрязнения. Трансурановые РАО. Очень низкоактивные радиоактивные отходы. Классификация РАО по периодам полураспада входящих в них радионуклидов, физическим и химическим характеристикам. Классификация удаляемых РАО для целей их захоронения. Система классификации РАО МАГАТЭ, США, Франции.

Задания для самостоятельной работы:

1) Рассчитать относится ли данный отход к радиоактивным по его радионуклидному составу и значениям удельной активности радионуклидов с помощью таблицы МЗУА (СПОРО-2002).

2) Определить категорию жидкого РАО по значениям суммарной активности бета-излучающих, суммарной активности альфа-излучающих и суммарной активности трансурановых радионуклидов.

Раздел 2. Основные принципы и стадии обращения с РАО

Тема 3. Организационная структура и принципы обращения с РАО.

Обращение с РАО. Основные стадии обращения с РАО. Организационная структура РФ в сфере обращения с РАО. Принципы обеспечения радиационной безопасности при обращении с РАО. Реестр РАО. Сбор, сортировка РАО. Очистка газообразных РАО (ГРО), коэффициент деконтоминации. Контролируемые параметры источников выбросов ГРО, нормативы допустимых выбросов.

Задания для самостоятельной работы:

1) Рассчитать по значениям удельной активность 3Н на входе и выходе фильтрующей установки коэффициент очистки и эффективность очистки. Рассчитать суммарную активность трития в выбросах за 1 год.

2) Рассчитать коэффициент уменьшения объема металлических РАО после фрагментирования.

Тема 4. Переработка жидких РАО

Методы переработки ЖРО. Отстаивание, фильтрация. Реагентная коагуляция. Мембранные электромембранные, сорбционные, ионнообменные методы переработки ЖРО. Упаривание, концентрирование и отверждение ЖРО. Технологические схемы очистки ЖРО. Сжигание горючих ЖРО и ТРО.

Задания для самостоятельной работы:

1) Оценить преимущества и недостатки различных методов очистки жидких РАО, используя следующие характеристики: эффективность очистки, коэффициент уменьшения объема РАО, селективность очистки от отдельных радионуклидов, универсальность для низко-, средне- и высокоактивных РАО, стоимость, объем перерабатываемых отходов (в час), появление вторичных радиоактивных отходов.
2) Рассчитать общую эффективность очистки ЖРО в технологической схеме из 3 стадий.

Тема 5. Обращение с твердыми РАО.
Фрагментирование, прессование, дезактивация, переплавка ТРО. Переработка металлических ТРО. Кондиционирование РАО: цементирование, остекловывание, битуминирование, включение в керамику, пиролиз, плазменная переработка. Характеристики стойкости компаундов, скорость выщелачивания радионуклидов. Утилизация ИОС, загрязненных радионуклидами. Химическая переработка ОЯТ.
Задания для самостоятельной работы:
1) Определить возможные объекты образования РАО данного типа. Предложить методы переработки этих РАО (пульпы, трапные воды, кубовой остаток, зольный остаток, шламы, строительный мусор, детали оборудования, металлические конструкции, отработанные фильтрующие материалы, ионнообменные смолы, полиэтиленовые материалы, ветошь, бумага, резиновые материалы, кабели, биологические материалы, органические растворы и т.п.).
2) Провести категорирование по результатам радиационного контроля металлических РАО на основе МЗУА и ДУА, определить регламент использования металла до и после дезактивации.

Тема 6. Временное хранение и транспортирование РАО.
Хранение РАО разных категорий и групп. Упаковки и контейнеры для РАО. Временное хранение в организации. Учет и контроль радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации. Долгосрочная изоляция в специализированных организациях. Паспорт и маркировка РАО. Транспортирование РАО. Транспортные категории упаковок РАО. Расчет массы радиоактивного материала по его активности.
Задания для самостоятельной работы:
1) Рассчитать массу радионуклидов по их активности в партии сдаваемых РАО.
2) Заполните паспорт на партию сдаваемых РАО.

Тема 7. Долгосрочное хранение и хранилища РАО.
Принципы обезвреживания РАО. Хранилища РАО: проектирование и эксплуатация (инженерные барьеры, дренажные системы, возможность консервации). Выбор мест и площадок долгосрочного хранения и захоронения РАО. Варианты приповерхностного долгосрочного хранения и захоронения РАО в различных странах. Использование природных и искусственных геохимических барьеров на объектах захоронения РАО. Объем накопленных РАО на пунктах хранения. Радиационная обстановка и экологические проблемы на промплощадках пунктов временного хранения РАО и ОЯТ.
Задания для самостоятельной работы:
1) Рассчитать необходимую толщину слоя бетона, чтобы на поверхности бункера мощность эквивалентной дозы гамма-излучения не превысила заданный контрольный уровень.
2) Оценить допустимость размещения некоторых типов РАО с различным радионуклидным составом в пунктах захоронения «Усовершенствованная траншея».

Тема 8. Захоронение РАО.
Геологические и экологические принципы захоронения РАО. Иммобилизация радионуклидов РАО матричными материалами. Системы барьеров при подземном

захоронении РАО. Требования к геологическим формация при захоронении в них РАО. Геологические формации, используемые для захоронения РАО в различных странах. Инженерная радиогеология. Захоронение отходов высокого уровня активности, долгоживущих РАО. Расчет активности радионуклидов на различных сроках хранения РАО. Требования к обеспечению безопасности и проведение радиационного контроля пунктов захоронения РАО.
Задания для самостоятельной работы:
1) Определить категорию РАО по удельной активности бета-излучающих радионуклидов. Рассчитать и определить удельную активность этого отхода в сроки: 0, 100, 300 лет после захоронения, а также период, когда данный отход вследствие радиоактивного распада выйдет из категории радиоактивных.
2) Указать преимущества и недостатки технологий захоронения РАО в различных геологических формациях.

Тема 9. Хранение и захоронение ЖРО.
Хранение и захоронение жидких РАО средней и низкой активности на предприятиях ЯТЦ. Закачивание жидких РАО в подземные пласты. Причины создания пунктов глубинного захоронения ЖРО в нашей стране. Геологические исследования при выборе пластов-коллекторов для захоронения жидких РАО. Поведение радионуклидов в составе ЖРО в подземных пластах-коллекторах. Проблемы экологической безопасности на ПГЗ ЖРО вблизи г. Северск, г. Железногорск, г. Димитровград. Альтернативы захоронению РАО.
Задания для самостоятельной работы:
1) Рассчитать размеры области распространения радионуклидов на полигоне глубинной закачки ЖРО и срок, когда будут достигнуты границы горного отвода, рассчитать активность радионуклидов в данном захоронении к этому времени.
2) Оценить перспективы и потенциальную опасность некоторых альтернативных технологий захоронения РАО.

<u>Раздел 3. Экологическая безопасность при обращении с РАО в ЯТЦ и других отраслях</u>
Тема 10. Радиоэкологические проблемы при обращении с отходами на начальных стадиях ЯТЦ.
Отходы при добыче урановых руд и их воздействие на окружающую среду. Обращение с отходами уранодобывающей промышленности. Карьеры, отчуждение земель. Отвалы, содержание в них ЕРН. Отходы при переработке урановых руд, радионуклидный и химический состав. Хвостохранилища, их типы. Выход радона с поверхности хвостохранилищ. Экологические проблемы на эксплуатируемых и старых хвостохранилищах с накопленными РАО для территорий РФ и СНГ. Радиационный мониторинг состояния хвостохранилищ. Обращение с отходами на заводах по производству ядерного топлива. Реабилитация территорий бывших уранодобывающих предприятий. Консервация и рекультивация хвостохранилищ и отвалов.
Задания для самостоятельной работы:
1) Рассчитать годовую дозу внутреннего облучения работников хвостохранилища уранодобывающего предприятия за счет ингаляции короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона.
2) Оценить воздействие хвостохранилища на водный объект по результатам мониторинга радионуклидов в пробах воды. На основе уровня вмешательства по содержанию радионуклидов в питьевой воде обоснуйте срок дальнейшей эксплуатации этого хвостохранилища с учетом экологической безопасности водного объекта.

Тема 11. Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО на АЭС.

Технические решения и организационные мероприятия по обеспечению безопасности при обращении с РАО на АЭС. Классификация техногенных воздействий на окружающую среду, типы источников загрязнения. Предельно допустимые выбросы, предельно допустимые сбросы. Радиоактивные отходы АЭС. Обращение с ГРО, ЖРО, ТРО на АЭС. Структура и суммарная активность выбросов и сбросов на АЭС. Взаимодействие водоема-охладителя АЭС с окружающей средой, воздействие на экосистемы. Радиоэкологические проблемы при обращении с РАО на АЭС. Системы производственного радиационного контроля на АЭС в сфере обращения с РАО. Радиоактивные отходы при выводе из эксплуатации АЭС.

Задания для самостоятельной работы:

1) Рассчитать индексы сброса радионуклидов АЭС. Рассчитать средний уровень удельной активности 137Cs в сбросных водах и сравнить его с уровнем вмешательства в соответствие с НРБ-99/2009.

2) Дать оценку качества воды по показателям радиационной безопасности в водоеме-охладителе АЭС по значениям удельной активности 3H, 60Co, 90Sr (Бк/л).

Тема 12. Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО на радиохимических заводах (РХЗ), на военных и промышленных объектах.

Радиоактивные отходы РХЗ (ГХК, СХК, ПО «Маяк»). Обращение с ГРО, ЖРО, ТРО на РХЗ. Радиоэкологические проблемы на РХЗ вследствие отсутствия технологий переработки, захоронения РАО в 1950-1960-е годы. Производственный радиационный контроль окружающей среды на РХЗ. Образование РАО при производстве и сокращении ядерного оружия. Экологические проблемы при обращении с РАО на территориях военных и промышленных объектов. Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами, иловыми осадками и почво-грунтами, образующимися при реабилитации территорий, загрязненных радиоактивными веществами.

Задания для самостоятельной работы:

1) Оценить категорию РАО для загрязненного почво-грунта, снятого при проведении дезактивационных мероприятий, на основе значений МЭДГИ, измеренных на расстоянии 0,1 м от поверхности.

2) Составить перечень контролируемых показателей для различных компонентов природной среды, которые необходимо включать в регламент радиационного контроля вблизи радиохимического завода.

Тема 13. Радиоэкологические проблемы в различных отраслях промышленности при образовании отходов с повышенным содержанием ЕРН.

Образование отходов с повышенным содержанием ЕРН в различных отраслях промышленности. Определение категории отходов по эффективной удельной активности ЕРН. Характеристика промышленных отходов для применения в строительстве. Отходы с повышенным содержанием ЕРН на горнодобывающих, горно-обогатительных, металлургических предприятиях. Отходы с повышенным содержанием ЕРН при производстве фосфорных удобрений. Отходы с повышенным содержанием ЕРН на объектах, использующих артезианские воды. Отходы нефтедобывающей промышленности. Обращение с производственными отходами с повышенным содержанием ЕРН на объектах нефтегазового комплекса. Рекультивация отвалов, хвостохранилищ, шламовых амбаров, содержащих радионуклиды и токсиканты.

Задания для самостоятельной работы:

1) Принять решение о категории промышленного отхода (шлаковая смесь металлургического комбината) по результатам определения удельной активности 226Ra, 232Th, 40K. Оценить возможность использования этого отхода в строительстве.

2) Рассчитать суммарную радиоактивность 226Ra, накопленную в нефтешламовом амбаре за период его эксплуатации, и указать необходимый регламент обращения и захоронения этого нефтешлама.

Раздел 4. Обращение с ТПрО, ТБО и их радиационный, экологический контроль

Тема 14. Система обращения с ТПрО и ТБО, опасные свойства отходов.

Классификация отходов. Состав и свойства отходов. Опасные свойства отходов, экотоксичность. Классы опасности отходов. Перечень показателей опасности компонентов отхода. Степень опасности компонентов отхода для почвы и других природных сред. Химический, физико-химический, экотоксикологический и радиологический анализ отходов. Биотестирование проб отходов. Оценка устойчивости отходов к выщелачиванию, биодеградации.

Обращение с промышленными отходами. Управление отходами на предприятии. Методы расчета нормативов образования отходов. Проекты лимитов на размещение отходов. Обращение с твердыми бытовыми отходами. Сбор, сортировка и транспортирование отходов. Термическое обезвреживание и утилизация ТБО, диоксиновая опасность. Мусороперерабатывающие технологии.

Основные принципы и законодательные основы в области обращения с отходами. Федеральный классификационный каталог отходов. Паспортизация отходов I–IV класса опасности. Контроль при обращении с отходами (производственный, государственный).

Задания для самостоятельной работы:

1) Составить паспорт опасного отхода, используя Федеральный классификационный каталог отходов.

2) Рассчитать норматив образования промышленного отхода по отраслевым данным.

Тема 15. Обезвреживание, переработка и захоронение ТПрО и ТБО.

Технологический цикл отхода, малоотходные технологии. Обезвреживание опасных отходов. Методы переработки твердых промышленных отходов (ТПрО). Принципы обезвреживания и переработки характерных отходов. Требования к использованию промышленных отходов в качестве сырья, строительных материалов, мелиорантов. Экологические проблемы при утилизации и переработке промышленных отходов. Защита почв и водных объектов от загрязнения сточными водами промышленных предприятий.

Размещение, складирование и захоронение отходов. Объекты размещения и захоронения отходов: шламохранилища, хвостохранилища, полигоны ТБО и ТПрО. Государственный реестр объектов размещения отходов. Экологические требования при проектировании и эксплуатации полигонов захоронения отходов. Консервация и рекультивация территорий шламохранилищ, хвостохранилищ, полигонов. Радиационный и экологический контроль почв и грунтовых вод на объектах захоронения отходов.

Задания для самостоятельной работы:

1) Сделать долгосрочный прогноз накопления техногенного элемента на полях сброса сточных вод по значениям его концентрации и объему сбросов.

2) Рассчитать площадь полигона ТБО для города с нормой образования отходов m=0,35 т/год·чел. на период 35 лет при средней нагрузке q=5 т/м2. Используя карту, предложить и обосновать место для строительства этого полигона ТБО. Заполнить бланк характеристики объекта размещения отходов.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Сравнение систем классификации РАО в России, США и Франции.
2. Объемы накопленных РАО в России, США, Франции, Великобритании, Японии.
3. Варианты приповерхностных хранилищ РАО, используемых в мире, и оценка их экологической безопасности.
4. Захоронение жидких РАО в подземных пластах: различные взгляды на степень экологической безопасности этой технологии.
5. Радиационный мониторинг хвостохранилищ с отходами уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности.
6. Взаимодействие водоемов-охладителей АЭС с окружающей средой, воздействие на экосистемы.
7. Радиационный мониторинг территорий отвалов и хвостохранилищ с отходами горнодобывающих и горнодобывающих предприятий промышленности.
8. Требования по обеспечению экологической безопасности на объектах использования атомной энергии при обращении с РАО.
9. Проекты приповерхностных хранилищ РАО в России.
10. Проекты реабилитации территорий, загрязненных радиоактивными отходами.
11. Медицинские отходы: классификация, система обращения.
12. Радиологический контроль в системе экологического мониторинга на полигонах ТПрО, ТБО.

7.2. Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:

1. Классификация РАО. Категории РАО по удельной активности.
2. Радиоактивные отходы и отрасли, в которых они образуются.
3. Принципы обеспечения радиационной безопасности при обращении с РАО.
4. Организационная структура и нормативные документы РФ в сфере обращения с РАО.
5. Основные стадии обращения с РАО.
6. Очистка газообразных РАО. Контролируемые параметры источников выбросов ГРО.
7. Переработка РАО. Методы переработки жидких РАО.
8. Кондиционирование РАО. Методы кондиционирования ЖРО и ТРО.
9. Принципы обезвреживания РАО. Применение природных и искусственных геохимических барьеров на объектах хранения и захоронения РАО.
10. Хранение РАО. Проектирование и эксплуатация хранилищ РАО. Системы барьеров приповерхностных сооружений для хранения и захоронения РАО.
11. Геологические принципы захоронения РАО. Захоронение отходов высокого уровня активности в различных геологических формациях.
12. Геологические и экологические принципы хранения и захоронения жидких РАО. Подземное захоронение жидких РАО.
13. Обращение с отходами при добыче и переработке урановых руд, их воздействие на окружающую среду.
14. Экологические проблемы на эксплуатируемых и старых хвостохранилищах с накопленными РАО для территорий РФ и СНГ. Консервация и рекультивация хвостохранилищ и отвалов.
15. Радиоактивные отходы АЭС. Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО на АЭС.
16. Система производственного радиационного контроля на АЭС в сфере обращения с РАО.
17. Радиоактивные отходы при выводе из эксплуатации АЭС.
18. Обращение с РАО на РХЗ. Производственный экологический радиационный контроль при обращении с РАО на РХЗ.

19. Радиоэкологические проблемы на территориях вблизи РХЗ вследствие отсутствия технологий переработки, захоронения РАО в 1950-1960-е годы.
20. Обращение с РАО, образующимися при реабилитации территорий, загрязненных радиоактивными веществами.
21. Радиоэкологические проблемы при образовании отходов с повышенным содержанием ЕРН в различных отраслях промышленности.
22. Обращение с производственными отходами с повышенным содержанием ЕРН на объектах нефтегазового комплекса.
23. Классификация, состав и свойства ТПрО и ТБО. Опасные свойства отходов.
24. Классы опасности отходов. Критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды.
25. Управление отходами на предприятии. Требования к размещению отходов. Система отчетности предприятий по отходам.
26. Принципы обезвреживания и методы переработки ТПрО и ТБО. Экологические проблемы при утилизации и переработке отходов.
27. Объекты размещения и захоронения отходов: шламохранилища, хвостохранилища, полигоны ТБО, ТПрО. Экологические требования при их проектировании и эксплуатации.
28. Методы эколого-химического и радиационного контроля отходов. Мониторинг почв и сопредельных природных сред на объектах захоронения отходов.

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, самостоятельные и контрольные работы, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутстви	В целом	В целом успешное,	Успешное и

(виды оценочных средств: практические задания, написание и защита рефератов на заданную тему)	е умений	успешное, но не систематическо е умение	но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиальног о характера)	систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутстви е навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированны е навыки (владения), применяемые при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:
  1. Пронкин Н.С. Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла: учеб. пособие. М.: Логос, 2012.
  2. Обручиков А.В., Тюпина Е.А. Обращение с радиоактивными отходами: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014.
  3. Тимошенко Г.Н. Радиационная безопасность человека и окружающей среды: учеб. пособие для студентов. Дубна: Гос. ун-т "Дубна", 2015.
  4. Скачек М.А. Радиоактивные компоненты АЭС: обращение, переработка, локализация: учеб. пособие для студентов вузов. М.: Изд. дом МЭИ, 2014.
  5. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий. – Под общей редакцией И.И. Линге и А.А. Абрамова. М.: ИБРАЭ РАН. 2017.
  6. Амосов П.В., Наумов А.В., Николаев В.Г., Новожилова Н.В. Экологические аспекты безопасности подземных объектов изоляции радиационно опасных материалов. Апатиты: Изд-во Кол. науч. центра РАН, 2011.
  7. Глоссарий основных терминов и определений в области обращения с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами, вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии и реабилитации загрязненных территорий/ Л.В. Бидуля [и др.]; [науч. ред.: А.В. Зайцева, Р.Б. Зайцев]; Москва: Курчат. ин-т, 2018.

  Дополнительная литература:

  https://rosfeo.ru/ - официальный сайт Федерального экологического оператора Росатома;

  https://radon.ru/line_activity/ - официальный сайт ФГУП «РАДОН»
- Перечень лицензионного программного обеспечения

  MS Windows10, MS Teams
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

  «Экорадмод» (https://soil.msu.ru/kafedry/kaf-radioecologia/ecoradmod)

- Описание материально-технической базы
  А. Помещения
  - 2 аудитории, оборудованные оргтехникой (проектор, компьютер, выход в Интернет);
  Б. Оборудование
  - для семинарских и лекционных аудиторий: необходимая оргтехника и др.;
  В. Иные материалы

10. **Язык преподавания:** русский

11. **Преподаватель (преподаватели):**
Липатов Денис Николаевич
Должность: старший преподаватель
Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологических наук, 17.10.2000 г. Диссертационный совет Московского гос. университета им. М.В. Ломоносова
Ученое звание (когда и кем присвоено):

12. **Разработчики программы:**
Липатов Денис Николаевич
Должность: старший преподаватель
Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологических наук, 17.10.2000 г. Диссертационный совет Московского гос. университета им. М.В. Ломоносова
Ученое звание (когда и кем присвоено):

13. **Краткая аннотация дисциплины:** Курс направлен на освоение принципов экологической безопасности в сфере обращения с радиоактивными отходами и понимание процедур контроля, нормирования, лимитирования, правового регулирования при оценке их воздействия на окружающую среду. В курсе изучаются все стадии обращения с радиоактивными отходами, основные методы их переработки, кондиционирования и захоронения. Осваиваются методы экологического контроля природных сред при обращении с отходами предприятий ядерного топливного цикла и с повышенным содержанием естественных радионуклидов в различных отраслях промышленности. Рассматриваются вопросы радиационного контроля в сфере обращения с промышленными и коммунальными отходами.