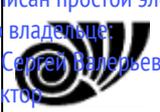


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.09.2025 11:02:17
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322523



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиоэкология» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	--	--------

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**

Радиоэкология

Направление подготовки (специальность)
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)
Биофизика

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
очная

Год (ы) набора: 2023

Челябинск, 2025 г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.03.01 Биология**

Направленность (профили): Биофизика

Дисциплина: **Радиоэкология**

Семестры изучения: 6

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Радиоэкология» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Идентифицирует опасности и оценивает факторы риска, опирается на принципы создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности для сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества. УК-8.2. Обеспечивает создание и поддержание безопасных условий жизнедеятельности, оказания первой помощи в повседневной жизни и в профессиональной деятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	Знать: Для достижения УК-8.1. знать: применение источников ионизирующего излучения в деятельности человека, источники загрязнения радионуклидами биосферы, требования и нормативы, установленные в НРБ-99, основы радиационного нормирования и защиты населения и персонала от действия ионизирующего излучения, полевые и лабораторные методы радиометрии. Для достижения УК-8.2. знать: естественные и искусственные радиоактивные изотопы, принципы радиоэкологического мониторинга. Уметь: Для достижения УК-8.1. уметь: вычислять дозу облучения, зная исходные параметры среды, прогнозировать пути миграции радионуклидов по компонентам экосистемы, использовать методы биотестирования и биоиндикации, пользоваться дозиметрами, лабораторным и вспомогательным оборудованием. Для достижения УК-8.2. уметь:

			<p>ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий, рассчитывать дозы ионизирующего облучения и сопоставлять их с нормативной документацией, ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий, самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиоэкологии и решать их с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.</p> <p>Владеть: Для достижения УК-8.1. владеть: нормативными документами, НРБ-99, сбора информации в процессе радиоэкологического исследования. Для достижения УК-8.2. владеть: навыками снижающими или исключаящими радиационное облучение организма, принципами использования гамма-спектрометрии, бета-спектрометрии, альфа – спектрометрии.</p>
ПК-2	Способен применять знания по биофизике для решения задач медицинской, ветеринарной биофизики, радиобиологии и генетики	ПК-2.1. Применяет базовые представления о фундаментальных основах биофизики, современных математических методах моделирования биологических процессов.	<p>Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: научные журналы и сборники, в которых публикуются труды радиоэкологов, предмет и задачи радиоэкологии, историю становления радиоэкологии как науки, естественные и искусственные радиоактивные изотопы, понятие о радиоактивности, радиоактивность оболочек Земли, принципы миграции и распределения радионуклидов по оболочкам Земли.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: искать информацию в научных журналах, читать научную литературу, выделять главное,</p>

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиоэкология» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			стр. 3
			составлять резюме статьи. Владеть: Для достижения ПК-2.1. владеть: навыками работы с периодическими изданиями (журналами, сборниками) по интересующему вопросу, профессиональными знаниями для анализа и систематизации собранной информации в процессе радиоэкологического исследования, навыками пользования нормативными документами, НРБ-99.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации № задания
1	<p>УК-8</p> <p>Знать: Для достижения УК-8.1. знать: применение источников ионизирующего излучения в деятельности человека, источники загрязнения радионуклидами биосферы, требования и нормативы, установленные в НРБ-99, основы радиационного нормирования и защиты населения и персонала от действия ионизирующего излучения, полевые и лабораторные методы радиометрии.</p> <p>Для достижения УК-8.2. знать: естественные и искусственные радиоактивные изотопы, принципы радиоэкологического мониторинга.</p> <p>Уметь:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиоактивные источники в окружающей среде. 2. Радиационное загрязнение регионов России. 3. Радиоэкологическое нормирование. 4. Радиоэкологический мониторинг. 5. Радиометрия. 6. Биотестирование и биоиндикация радиоактивного загрязнения. 7. Миграция радионуклидов в окружающей среде. 	Устный опрос, доклад с презентацией, реферативные сообщения, контрольная работа	Вопросы к зачету № 2- 24

Для достижения УК-8.1. уметь: вычислять дозу облучения, зная исходные параметры среды, прогнозировать пути миграции радионуклидов по компонентам экосистемы, использовать методы биотестирования и биоиндикации, пользоваться дозиметрами, лабораторным и вспомогательным оборудованием.

Для достижения УК-8.2. уметь: ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий, рассчитывать дозы ионизирующего облучения и сопоставлять их с нормативной документацией, ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий, самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиоэкологии и решать их с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.

Владеть:

Для достижения УК-8.1. владеть: нормативными документами, НРБ-99, сбора информации в процессе радиоэкологического исследования.

Для достижения УК-8.2. владеть: навыками снижающими или исключаящими радиационное облучение организма, принципами

	использования гамма-спектрометрии, бета-спектрометрии, альфа – спектрометрии.			
2	<p>ПК-2 Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: научные журналы и сборники, в которых публикуются труды радиоэкологов, предмет и задачи радиоэкологии, историю становления радиоэкологии как науки, естественные и искусственные радиоактивные изотопы, понятие о радиоактивности, радиоактивность оболочек Земли, принципы миграции и распределения радионуклидов по оболочкам Земли.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: искать информацию в научных журналах, читать научную литературу, выделять главное, составлять резюме статьи.</p> <p>Владеть: Для достижения ПК-2.1. владеть: навыками работы с периодическими изданиями (журналами, сборниками) по интересующему вопросу, профессиональными знаниями для анализа и систематизации собранной информации в процессе радиоэкологического исследования, навыками пользования нормативными документами, НРБ-99.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет и задачи радиационной экологии. 2. Радиоактивные источники в окружающей среде. 3. Миграция радионуклидов в окружающей среде. 4. Радиационное загрязнение регионов России. 	Устный опрос, доклад с презентацией, реферативные сообщения, контрольная работа	Вопросы к зачету № 1 - 24

Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2 Содержание оценочных средств

Оценочные средства промежуточной аттестации» представлены перечнем вопросов для зачета.

3.2.1 Теоретические вопросы к зачету

1. Радиоэкология. Возникновение, основные задачи, связь с другими науками.

Ответ: Открытие В. Рентгеном в 1895 году X-лучей, и сообщение 24 февраля 1896 года на заседании Французской академии наук профессора Анри Беккереля о том, что соединения урана испускают лучи, обладающие свойством ионизировать воздух, дало начало развитию ядерной физики и радиационной биологии, экологии. Зарождение этой науки в нашей стране произошло в конце 20-х годов XX столетия с экспериментов В.И. Вернадского по накоплению радия живыми организмами. Бурное же становление радиоэкологии относится к пятидесятым годам, когда было установлено, что в результате испытаний атомного оружия биосфера Земли может быть загрязнена в глобальном масштабе. В 1957 году состоялось совещание биологов СССР, организованное Академией Наук СССР, на котором было принято решение о значительном усилении исследований в области радиобиологии. Во многих академических учреждениях страны были организованы лаборатории радиобиологии. Ими руководили ведущие специалисты в области биологии: В.М. Ключковский, А.М. Кузин, Н.П. Дубинин, А.А. Передельский, П.П. Вавилов и многие другие. Новую науку по предложению Тимофеева-Ресовского Н.В., в 1957, стали называть радиационной биогеоэкологией. Термин «радиоэкология» был предложен в 1956 г. независимо друг от друга учеными А. М. Кузиным и А. А. Передельским и американским профессором Е. Одумом. Радиоэкология – это наука, изучающая особенности существования организмов и их сообществ в условиях постоянного воздействия ИИ природного и искусственного происхождения, перераспределение радионуклидов в биосфере, изменение степени воздействия ИИ на человека и окружающую среду в результате миграции и распада радионуклидов. Цель радиоэкологии – поиск и научное обоснование способов наиболее безопасной жизнедеятельности людей при наличии в окружающей среде источников ИИ природного и техногенного происхождения.

Основные разделы радиоэкологии:

Общая радиоэкология

Теоретическая радиоэкология

Экспериментальная радиоэкология

Направления радиоэкологии:

Водная радиоэкология (морских организмов и пресных экосистем)

Континентальная (лесная, сельскохозяйственная, животных, растений и др.)

2. Искусственный радиационный фон

Ответ: Искусственный радиационный фон обусловлен широким использованием в самых различных областях расщепляющихся материалов, в том числе искусственно созданных, а также аппаратуры, генерирующей ионизирующее излучение. Это приводит к увеличению доз облучения как отдельных людей, так и человечества в целом. В большинстве случаев доза техногенного облучения невелика. В среднем эффективная эквива-

лентная доза, обусловленная искусственным радиационным фоном, составляет примерно 2 мЗв в год. Основной вклад в эффективную эквивалентную дозу облучения техногенного характера вносят медицинские источники (до 98 %). Наиболее распространено использование рентгеновского излучения с диагностическими целями. Кроме того, в последние десятилетия сильно возросло использование радиоактивных изотопов для исследования различных процессов в организме человека и для локализации злокачественных опухолей. Загрязнение техногенными радионуклидами в глобальных масштабах произошло в результате испытания ядерного оружия. С 1945 года в мире было произведено множество испытаний ядерного оружия. Наиболее интенсивно эти испытания проводились в 1954 – 1958 и 1961 – 1962 годах. В 1963 году Великобританией, СССР и США в Москве был подписан многосторонний международный договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой. Другой источник техногенных радионуклидов - атомная энергетика. Ядерный топливный цикл включает в себя несколько стадий: добыча и обогащение урановой руды, производство и транспортировка ядерного топлива, производство энергии, вторичная обработка отработанного топлива и захоронение радиоактивных отходов. Каждая из этих стадий вносит определенный вклад в искусственный радиационный фон. Профессиональное облучение. получают люди, профессионально связанные с радиоактивностью и источниками ионизирующего излучения, прежде всего, идет о персонале, занятом на всех стадиях ядерного топливного цикла. Дополнительные дозы получают и работники обычных промышленных предприятий, например, при производстве люминофоров с использованием радиоактивных материалов или на установках промышленной дефектоскопии. Повышенные дозы получают шахтеры, добывающие каменный уголь, железную руду. Повышенному облучению подвергается медицинский персонал, связанный с использованием ионизирующего излучения и радиоактивных изотопов, а также экипажи самолетов, совершающих полеты на большой высоте. Источниками дополнительного облучения являются и многие общеупотребительные предметы и приборы, а также курение.

3. Естественный радиационный фон

Ответ: Естественную радиацию образуют излучение, падающее на Землю из космоса (космическая радиация), и радиоактивные элементы, содержащиеся в земных породах. Космическая радиация бывает двух видов галактическая и солнечная. Космические лучи, достигающие Земли, представляют собой поток ядерных частиц. Это первичное космическое излучение. Оно включает протоны, -частицы, ядра других атомов. При взаимодействии космических частиц с атомами атмосферы возникает вторичное космическое излучение, приводящее к образованию радионуклидов. Солнечная радиация — это электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца. Во время вспышек Солнце испускает огромное количество энергии в виде излучения в области видимого, инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского спектра излучения. Главным источником поступления естественных радиоактивных веществ в окружающую среду являются горные породы, в состав которых входят радиоактивные элементы, возникшие в период формирования и развития планеты.

4. Радиоактивные семейства

Ответ: Естественный радиационный фон Земли связан с ее историей и эволюцией биосферы, является неотъемлемой составляющей природной среды обитания. Естественная радиоактивность включает несколько компонентов: космические излучения; радиоактивные вещества в составе земных недр; радиоактивные вещества гидросферы Земли. Систематическое изучение радиоактивных элементов, встречающихся в природе, показало, что все они могут быть расположены в виде трех последовательных цепочек, называемых радиоактивными семействами или рядами.

Первое семейство называется семейством урана. Оно начинается с α -активного изотопа урана U^{238} , который имеет период полураспада $4.5 \cdot 10^9$ лет, и заканчивается стабильным изотопом свинца Pb^{206} . Второе семейство - семейство актиноурана начинается с изотопа урана U^{235} , который имеет период полураспада примерно $7 \cdot 10^8$ лет, семейство заканчивается вторым стабильным изотопом свинца Pb^{207} . Третье семейство – семейство тория начинается с Th^{232} , имеющего период полураспада $1.4 \cdot 10^{10}$ лет, и заканчивается третьим стабильным изотопом свинца Pb^{208} . Нептуний-237 является родоначальником вымершего радиоактивного семейства, называемого рядом нептуния; все члены этого семейства (кроме предпоследнего, висмута-209) давно распались.

5. Регионы Земли с повышенным естественным радиационным фоном

Ответ: На Земле существуют населенные области с повышенным радиационным фоном. Это, например, высокогорные города Богота, Лхаса, Кито, где уровень космического излучения примерно в 5 раз выше, чем на уровне моря. Это также песчаные зоны с большой концентрацией минералов, содержащих фосфаты с примесью урана и тория - в Индии (штат Керала) и Бразилии (штат Эспириту-Санту). Можно упомянуть участок выхода вод с высокой концентрацией радия в Иране (г. Ромсер). Хотя в некоторых из этих районов мощность поглощенной дозы в 1000 раз превышает среднюю по поверхности Земли, обследование населения не выявило сдвигов в структуре заболеваемости и смертности.

6. Миграция радионуклидов в атмосфере

Ответ: радиоактивная примесь попадает в атмосферу в виде газов или аэрозолей в процессе их выброса или естественного выхода в местах с повышенной концентрацией этой примеси. Наиболее загрязняют атмосферу наземные испытания ядерного оружия. Большая часть искусственных радионуклидов попала в атмосферу в результате проводимых ядерных испытаний в США и СССР в 50-60 гг 20 века. При попадании мелких радиоактивных аэрозолей в состав радиоактивного облака в тропосфере происходит их разбавление в результате диффузии, горизонтального размывания в направлении движения ветра, смещения воздушных струй по вертикали. Основными факторами воздействия на радионуклиды в облаке являются: 1) радиоактивный распад и накопление дочерних продуктов; 2) влажное оседание, когда пар или аэрозоль попадают в капли воды или в снежинки в облаке и выпадают в виде осадков, также возможно вымывание падающими осадками и воздействие тумана; 3) сухое оседание или гравитационное оседание, отложение аэрозолей и адсорбция паров на предметах, находящихся на пути ветра; 4) образование и слипание аэрозолей; 5) вторичное пылеобразование осевшей на землю примеси под действием сильного ветра. При сопоставлении результатов исследований переноса радиоактивных аэрозолей с метеорологическими данными было установлено, что радиоактивные аэрозоли в тропосфере мигрируют в соответствии с законом перемещения воздушных масс. При этом скорость переноса вдоль параллели значительно больше, чем в меридиональном направлении.

7. Миграция радионуклидов в водных экосистемах

Ответ: На поведение радионуклидов в водных экосистемах оказывает действие большое число факторов: концентрация в воде изотопных и неизотопных носителей, pH, свет, температура, сезон года, трофность водоёма, видовые особенности гидробионтов. Важную роль также играет прочность фиксации радионуклидов в живой биомассе, органических и минеральных останках организмов и донных отложениях. При поступлении в воду открытых водоемов в первую очередь фиксируют следующие процессы: разбавление радионуклидов, сорбция их дном, поглощение тканями гидробионтов. Для оценки накопления радионуклидов биотой используют коэффициент накопления – это отноше-

ние удельной активности биологической пробы к удельной активности среды. Коэффициент накопления радионуклидов тканями гидробионтов зависит от вида гидробионта, физико-химических свойств радиоизотопов, удельной активности воды, ее солевого состава, температуры и прочих условий. Водные организмы более интенсивно накапливают радиоизотопы биогенных элементов (фосфор, углерод и др.), а также элементы, родственные им по своим химическим свойствам. При попадании радионуклидов в водоем наблюдают их миграцию на прибрежную территорию в результате метеорологических фактора, гидрологических факторов, биологических факторов, хозяйственной деятельности человека.

8. Миграция радионуклидов в почве

Ответ: Миграция радионуклидов при попадании их в почву зависит от ряда условий: физико-химических свойств отдельных изотопов и формы химических соединений, в которых они находятся, физико-химических свойств почвы, наличия в ней ионов, близких по химическим свойствам к попадающим в почву радиоизотомам, рН среды, характера движения грунтовых вод и т.п. Осколочные продукты при попадании на поверхность почвы прочно фиксируются в ее верхнем слое. Проникновение их вглубь обычно пропорционально количеству дождевых осадков. Этот процесс протекает медленно, и даже в местах, где количество осадков значительно, проходит несколько лет, прежде чем радиоизотопы накопятся в нижележащих слоях в заметном количестве. Важную роль в перераспределении изотопов, попавших на поверхность земли, играют топографические и климатические условия. С крутых склонов радионуклиды вместе с частицами почвы могут сноситься потоками атмосферных осадков, накапливаясь на пониженных участках рельефа и попадать в воду. В миграции изотопов имеют значение процессы, наблюдаемые при ветровой эрозии почвы и т.д. В результате загрязнения почвы радионуклидами они поступают в наземную растительность. Коэффициенты накопления радионуклидов на разных типах почв при одинаковой плотности поверхностной загрязненности могут различаться в 10–20 раз. Интенсивность накопления радионуклидов растениями может быть уменьшена при внесении в почву, содержащую небольшое количество стабильных аналогов, минеральных удобрений.

9. Роль животных и растений в миграции радионуклидов

Ответ: животные и растительные организмы играют роль в перераспределении радиоизотопов во всех оболочках земли. Почвенные животные организмы осуществляют механическое перераспределение радиоизотопов, а также, накапливая радионуклиды в своем организме и включаясь в пищевую цепь, осуществляют вынос радионуклидов из почвы. Растения участвуют в вертикальной миграции радионуклидов в почве, путем поглощения их из более низких слоев корневой системой и поднятия по проводящим системам растения в надземную часть. Надземная часть растений захватывают выпадающие из атмосферы аэрозоли, выводя их из дальнейшей горизонтальной миграции в воздухе. Травы и лиственный опад обеспечивают переход атмосферных радиоактивных аэрозолей, выпадающих на растительность, в почву. Гидробионты накапливают радионуклиды из воды и грунтов водоемов. Скорость и количество накопленных радионуклидов зависит от особенностей экологии конкретного организма, стадии онтогенеза организма, типа питания, места в трофической цепи, химических свойств радионуклидов, температуры, рН, химического состава воды водоема. Прибрежная растительность также участвует в процессах миграции радионуклидов, осуществляет их поглощение из воды водоема и вынос на прибрежные зоны с листовым опадом или отмирающими частями растения.

10. Ядерный топливный цикл. Общая схема ядерного реактора, источники

загрязнения окружающей среды при нормальной работе АЭС.

Ответ: Всю последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная с добычи урановой руды, приготовления топлива, включая производство энергии на АЭС и заканчивая переработкой и удалением отходов, называют ядерным топливным циклом. Структура ЯТЦ существенным образом зависит от типа ядерного реактора, вида ядерного топлива, характера использования отработанного топлива и ряда других факторов. Основная часть любого ядерного реактора - активная зона, образуемая загруженным ядерным топливом в виде тепловыделяющих элементов (ТВЭлов), в которых происходит реакция деления. По составу ядерного топлива могут быть урановые и плутониевые реакторы. При этом топливо может быть твердым, жидким или газообразным. В серийных реакторах используется, как правило, твердое топливо. Тепло, выделяющееся в ТВЭлах, отводится теплоносителем, непрерывно циркулирующим через активную зону. По виду теплоносителя реакторы могут быть водными, жидкометаллическими, газовыми. В результате очистных мероприятий в различных технологических системах реактора, ремонта или замены оборудования, проведения лабораторных испытаний и других мероприятий на АЭС возникают радиоактивные отходы. Задача обеспечения радиационной безопасности на этой и всех последующих стадиях ЯТЦ состоит в полной изоляции радиоактивных веществ от биосферы, как при нормальном режиме работы, так и при возможных аварийных ситуациях. На АЭС принимаются меры по удержанию этой огромной активности в пределах активной зоны реактора и предотвращению ее попадания в окружающую среду. В зависимости от физико-химического состояния и особенностей поведения в технологических системах АЭС и окружающей среде можно выделить следующие группы продуктов деления: 1) инертные радиоактивные газы, 2) летучие вещества, 3) тритий; радиоактивный углерод, 4) нелетучие вещества, 5) актиноиды, 6) продукты активации.

11. Ядерный топливный цикл. Общая схема ядерного реактора, радиоактивные отходы АЭС: газообразные жидкие, твердые.

Ответ: Всю последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная с добычи урановой руды, приготовления топлива, включая производство энергии на АЭС и заканчивая переработкой и удалением отходов, называют ядерным топливным циклом. Структура ЯТЦ существенным образом зависит от типа ядерного реактора, вида ядерного топлива, характера использования отработанного топлива и ряда других факторов. Основная часть любого ядерного реактора - активная зона, образуемая загруженным ядерным топливом в виде тепловыделяющих элементов (ТВЭлов), в которых происходит реакция деления. По составу ядерного топлива могут быть урановые и плутониевые реакторы. При этом топливо может быть твердым, жидким или газообразным. В серийных реакторах используется, как правило, твердое топливо. Тепло, выделяющееся в ТВЭлах, отводится теплоносителем, непрерывно циркулирующим через активную зону. По виду теплоносителя реакторы могут быть водными, жидкометаллическими, газовыми. В результате очистных мероприятий в различных технологических системах реактора, ремонта или замены оборудования, проведения лабораторных испытаний и других мероприятий на АЭС возникают радиоактивные отходы. Основным источником газообразных отходов – это система очистки теплоносителя 1-го контура. Кроме того, газообразные отходы возникают в результате дегазации разного рода протечек теплоносителя, выхода газов при водообмене в реакторе и при отборе проб воды. После сложной системы обработки газообразные отходы выбрасываются через газоотводную трубу. Жидкие радиоактивные отходы составляют в основном остатки выпарных аппаратов, фильтроматериалы и ионообменные смолы. Загрязненная вода, образующаяся в результате эксплуатации и ремонта реактора, очищается и повторно используется. Жидкие радиоактивные отходы поступают в специальное хранилище отходов — бетонные емкости, об-

лицованные нержавеющей сталью. К твердым отходам АЭС относятся отходы, возникающие после отверждения концентрированных жидких отходов; части и детали оборудования и приборов, вышедшие из строя; использованный инструмент; расходные материалы (бумага, тряпки, ветошь). Твердые отходы АЭС после сбора и переработки помещают в хранилище твердых отходов на территории АЭС

12. Биотестирование. Оценка качества воды, воздуха, почвы.

Ответ: Биотестирование осуществляется экспериментально с использованием, как правило, стандартизованных лабораторных тест-систем, путем регистрации изменений биологически важных показателей (тест-реакций) под воздействием исследуемых проб. В последующем оценивается состояние биологических систем в соответствии с выбранными критериями токсичности. Цели биотестирования различны в разных сферах приложения]. Биотесты проводятся для определения общей токсичности, мутагенности и канцерогенности. Воздействие в тест-системе измеряется посредством имитации возможных путей поступления вредного вещества в организм, поэтому основными тестируемыми объектами являются водные среды. В качестве биологических чувствительных сенсоров выступают гидробионты: простейшие, водоросли, ракообразные, моллюски, рыбы и др. Изучение токсичности твердых компонентов окружающей среды (почв, донных осадков, грунтов, отходов и т.п.) считают опосредованным способом воздействия на биосенсор [4]. В этом случае используют водные вытяжки или поровые воды указанных сред. Необходимость диагностики качества почвы (водных сред) по биотическим показателям обоснована тесной взаимозависимостью «косного» и «биологического» начал. Биотические показатели могут дать информацию о трансформировании экосистемы, о состоянии организмов и степени приемлемости воздействий для сохранения разнообразия форм жизни и их сбалансированного развития. Это особенно важно при разработке новых природоохранных технологий, направленных на восстановление и ремедиацию нарушенных (загрязненных) объектов с использованием нетрадиционных биоремедиантов

13. Биоиндикация. Определение, классификация, основные подходы.

Ответ: Биоиндикация – оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях. Для учета изменения среды под действием антропогенного фактора составляются списки индикаторных организмов. Биоиндикатор – группа особей одного вида или сообщества, по наличию или по состоянию которых, а также по их поведению судят о естественных и антропогенных изменениях в среде. Живые биоиндикаторы имеют ряд преимуществ перед химическими методами оценки состояния окружающей среды, широко применяемыми в настоящее время: они суммируют все без исключения биологически важные данные об окружающей среде и отражают ее состояние в целом, в условиях хронической антропогенной нагрузки биоиндикаторы могут реагировать на очень слабые воздействия в силу аккумуляции дозы, делают необязательным применение дорогостоящих и трудоемких физических и химических методов для измерения биологических параметров; живые организмы постоянно присутствуют в окружающей человека среде и реагируют на кратковременные и залповые выбросы токсикантов, которые можно не зарегистрировать при помощи автоматической системы контроля с периодичным отбором проб, указывают пути и места скопления различного рода загрязнений в экологических системах, помогают нормировать допустимую нагрузку на экосистемы, различающиеся по своей устойчивости к антропогенному воздействию. Существует

несколько разных форм биоиндикации. Если две одинаковые реакции вызываются различными антропогенными факторами, то это будет неспецифическая биоиндикация. Если же те или иные изменения можно связать с влиянием какого-либо одного фактора, то биоиндикация такого типа называется специфической. Биоиндикаторы по ответным реакциям на внешние воздействия также могут быть отнесены к нескольким типам. Во-первых, у ряда видов животных существенно меняется численность популяций в условиях нарушения среды. Это будут количественные биоиндикаторы. Наряду с ними есть качественные биоиндикаторы, по присутствию или отсутствию которых также можно дать характеристику биоценоза.

14. Радиометрическая аппаратура. Ионизационные детекторы, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционные детекторы.

Ответ: Любой радиометрический прибор имеет в качестве основной части детектор (счетчик), подающий в усилительно-измерительную схему сигналы о поступлении ионизирующих частиц или гамма-квантов. Существуют ионизационные, полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы. Ионизационный детектор представляет собой воздушный конденсатор, состоящий из двух металлических пластин, расположенных на некотором расстоянии друг от друга, к которым приложена разность потенциалов. В отсутствии радиации тока в цепи не будет, поскольку воздух является изолятором. Радиоактивные частицы, попав внутрь конденсатора, ионизируют воздух, превращая его в проводник электричества. По силе тока определяется интенсивность излучения. *Счетчик Гейгера-Мюллера* представляет собой герметичный баллон, заполненный газовой смесью из аргона и спирта. По оси трубки натянута нить, служащая в качестве анода. Катодом является внутреннее металлическое покрытие баллона. На электроды подается высокое напряжение постоянного. При попадании внутрь баллона бета-частиц или электронов происходит ионизация газа и кратковременный электрический разряд. Счетчик Гейгера-Мюллера позволяет регистрировать каждую заряженную частицу или гамма-квант. Полупроводниковые детекторы сходны с ионизационными, но роль ионизационной камеры в этом случае выполняют твердые полупроводники. В качестве полупроводника в радиометрических приборах чаще всего применяют монокристаллы германия. С его помощью регистрируют высокоэнергетические гамма- и бета-лучи. Для регистрации альфа-частиц, низкоэнергетических гамма-квантов и рентгеновских лучей используют кремниевые детекторы. Поскольку плотность полупроводниковых материалов намного выше плотности газов, то энергия поглощаемых частиц в них используется полнее, чем в ионизационных камерах. Поэтому полупроводниковые детекторы обладают очень высокой разрешающей способностью. Сущность работы сцинтилляционного счетчика заключается в регистрации вспышек *люминесценции*, возникающих в некоторых кристаллах, органических жидкостях или пластмассах при попадании в них заряженных частиц или гамма-квантов. Вспышки в кристалле фиксируются *фотокатодом* и в цепи возникает импульс электрического тока.

15. Методы радиометрии. Полевые методы, лабораторные методы.

Ответ: в основе радиометрических методов лежит измерение радиоактивности естественных и искусственных радионуклидов по интенсивности альфа-, бета-, гамма-излучения. Методы радиометрии разделяются на лабораторные и полевые. Лабораторные методы основаны на использовании ионизационных и импульсных альфа, бета-, гамма-измерений, позволяющих непосредственно определить общую и удельную радиоактивность исследуемых проб. Особое значение придается определению удельной ак-

тивности каждого радионуклида отдельно. Спектрометр - устройство, которое позволяет измерять распределение радиоактивного излучения по энергии (гамма-альфа-спектрометры и т.д.), массе и заряду (масс-спектрометры и т.д.). Гамма-спектрометр, например, позволяет выявить в смеси гамма-излучающих радионуклидов по характерной энергии присутствие конкретных радиоизотопов. По этому же принципу работают бета- и альфа-спектрометры. Полевые методы опираются либо на измерение высокэнергетической части спектра гамма- и бета-излучения (гамма-съемка, бета-съемка), либо на определение концентрации эманации в пробах почвенного воздуха (эманационный метод с отбором проб воздуха). Гамма-съемка бывает двух видов: либо с помощью радиометра определяется суммарная интенсивность гамма-излучения от всех радионуклидов, либо проводятся гамма-спектрометрические измерения. Различные виды гамма-съемок местности основаны на измерении интенсивности гамма-поля, создаваемого радионуклидами. Территориям не загрязненным соответствуют нормальные гамма-поля, обусловленные кларковыми содержаниями естественных радиоизотопов в горных породах. Загрязненным территориям соответствуют аномальные гамма-поля. По результатам исследований составляют карты содержания радионуклидов, карты интенсивности гамма-поля, карты локальных аномалий. Разновидности гамма-съемки: аэрогамма-спектрометрическая съемка, автогамма-съемка, пешеходная гамма-съемка. С целью точного установления границ участка с повышенной концентрацией радионуклидов проводится бета-съемка. Выполняется полевым радиометром с бета-датчиком. Эманационный метод - это исследование распределения концентраций радиоактивных эманаций в атмосферном воздухе, воде, почвах, горных породах, строительных материалов и т.д. радиоактивные эманации – это инертные газы. Различают радоновый и тороновый методы.

16. Методы радиоизотопного датирования

Ответ: Радиоэкологический мониторинг – комплексная информационно-техническая система наблюдений, исследований, оценивания и прогнозирования радиационного состояния биосферы, территорий вблизи АЭС, пострадавших от радиационных аварий. Главными задачами радиоэкологического мониторинга являются: 1. наблюдение и контроль за состоянием загрязненной радионуклидами зоны, ее отдельных самых вредных участков и предложение мероприятий по снижению вредности; 2. мониторинг состояния объектов природной среды по одним и тем же параметрам, которые характеризуют радиоэкологическую ситуацию как в зоне загрязнения, так и за ее пределами; 3. выявление тенденций к изменениям природной среды, вызванных функционированием экологически опасных объектов и при реализации мероприятий, которые проводятся на загрязненных территориях; 4. определение тенденций к изменениям состояния здоровья населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях; 5. информационное обеспечение прогноза радиоэкологической ситуации в загрязненной зоне и стране вообще. Радиоэкологический мониторинг реализуют в трех направлениях: базовый (стандартный), кризисный (оперативный), научный (фоновый). Базовый радиоэкологический мониторинг осуществляют с помощью сети пунктов наблюдений, которые охватывают всю территорию страны, включая службы радиационного контроля на ядерном производстве. Система кризисного радиоэкологического мониторинга формируется на основе деятельности территориальных служб наблюдения и контроля радиоэкологических параметров окружающей среды на территориях, где возникли неблагоприятные радиоэкологические ситуации. Научный радиоэкологический мониторинг реализуют коор-

динирующие структуры на базе научно-исследовательских учреждений, которые разрабатывают методы и программы радиологических исследований.

Радиологический мониторинг является подсистемой экологического мониторинга и предусматривает наблюдение за гамма-фоном и осуществление постоянного радиологического контроля опасных радиационных объектов производственно-хозяйственной деятельности.

17. Тритий в радиоэкологии.

Ответ: Тритий - один из изотопов водорода, в ядре которого содержатся один протон и два нейтрона. Радиоактивен, период полураспада – 12,26 года, непрерывно образуется в результате идущих в атмосфере ядерных реакций. Запасы природного трития ничтожны. Поэтому весь тритий, используемый для различных целей, получают искусственно, путем облучения лития нейтронами. Современные радиохимические методы позволяют с большой точностью определять содержание трития в сравнительно небольшом количестве воды, взятой из того или иного источника. Тритий может служить прекрасной меткой для изучения различных природных процессов. С его помощью можно определять возраст растительных продуктов. Анализ атмосферного трития дает ценную информацию о космических лучах. А тритий в осадочных породах может свидетельствовать о перемещениях воздуха и влаги на Земле. Наиболее богатые природные источники трития – дождь и снег, поскольку почти весь тритий, образующийся под действием космических лучей в атмосфере, переходит в воду. Интенсивность космической радиации изменяется с широтой, поэтому осадки, например, в средней полосе России несут в несколько раз больше трития, чем тропические ливни. И совсем мало трития в дождях, которые идут над океаном, поскольку их источник – в основном та же океаническая вода, а ней трития немного, глубинный лед Гренландии или Антарктиды совсем не содержит трития – он там давно успел полностью распасться. Зная скорость образования трития в атмосфере, можно рассчитать, как долго влага находится в воздухе – с момента ее испарения с поверхности до выпадения в виде дождя или снега.

При поступлении в организм практически полностью (~99 %) усваивается организмом. Газообразный тритий при ингаляционном поступлении в организме человека только 1×10^{-2} % окисляется до воды и задерживается в жидкой фазе организма. Из содержащихся в организме НТО примерно (0,5 - 4,0) % атомов трития обратимо замещают водород (H) связях OH, NH, SH органических молекул и около 1 % активности постепенно внедряется в устойчивые связи CH - органически связанный тритий. Период полувыведения из организма стандартного человека находится в пределах 6 - 12 суток, в среднем составляет 10 суток.

18. Радон в радиоэкологии

Ответ: Радон — это радиоактивный газ природного происхождения, претерпевает альфа-распад, период полураспада 3,8 суток. Он не имеет запаха, цвета или вкуса, образуется в процессе природного радиоактивного распада урана, который обнаруживается во всех видах горных пород и почве. Радон может также присутствовать в воде. Радон легко высвобождается из почвы в воздух, где он распадается с образованием дочерних продуктов. В процессе дыхания эти вещества осаждаются на тканях, выстилающих дыхательные пути, особенно опасен при сочетании с курением. Радон и его дочерние продукты обуславливают более половины всей эффективной дозы облучения от природных и техногенных радионуклидов окружающей среды. Впервые повышенная заболеваемость раком легких при воздействии радона была отмечена у работников урановых

шахт, которые в силу своей деятельности были подвержены воздействию высоких концентраций радона. Кроме того, исследования, проведенные в Европе, Северной Америке и Китае, подтвердили, что радон даже в низкой концентрации, например, в жилых помещениях, также представляет опасность для здоровья и является значительным фактором заболеваемости раком легких во всем мире. В большинстве случаев воздействию радона люди подвергаются в жилых помещениях. Концентрация радона в воздухе жилых помещений зависит от следующих факторов: концентрация урана в подстилающих породах и почвах; пути поступления радона из грунта в здание; кратность воздухообмена (частота смены воздушных масс в помещении), которая зависит от конструкции дома, частоты проветривания помещений и герметичности здания. Радон поступает в жилые помещения через щели в полу или неплотности на стыках полов и стен, неуплотненные технологические отверстия вокруг проходящих через перекрытия труб или проводки, поры в стенах, возведенных из пустотелых бетонных блоков, а также через дренажные системы или канализационные коллекторы. Концентрация радона обычно выше в подвалах, цокольных помещениях или жилых помещениях, соприкасающихся с грунтом. На основе выхода радона из грунтов основан радоновый эманационный метод определения радиоактивных элементов в почвах, горных породах, воде.

19. Ведение хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения

Ответ: в ближайшее время после выпадения радиоактивных осадков животных в этот период необходимо загнать в помещение, принять меры по предотвращению выпаса скота на загрязненных пастбищах, по попаданию РВ в помещение через вентиляционные системы. Продолжительность стойлового содержания скота определяется конкретной радиационной обстановкой и периодом года. Для производства молока с низким содержанием радионуклидов рекомендуется сформировать группу высокопродуктивных животных и скармливать им в условиях стойлового содержания заведомо чистые в отношении РВ корма (силос, сенаж, грубые и концентрированные корма, заготовленные на зимний стойловый период). Первые дни и недели после чрезвычайной ситуации являются периодом «йодной опасности» (до 60 дней). В этот период в зоне выборочного радиационного контроля проводится выборочный радиационный контроль продукции растениеводства и животноводства. Если эта продукция содержит РВ не выше временно допустимых уровней, эта продукция используется без ограничения. В зоне жесткого радиационного контроля вся продукция растениеводства и животноводства подвергается радиационному контролю. Содержание свиней и кур в закрытых помещениях в этой зоне не требует специальных защитных мероприятий. Клеточное звероводство ведется в обычном порядке. Запрещается охота на диких и промысловых животных, отлов рыбы, сбор ягод, грибов и т.д. В зоне отселения после истечения 4-7 дневного срока после начала радиоактивного загрязнения все работы в растениеводстве и животноводстве прекращаются. Население и животные эвакуируются в безопасные места. Уборка созревшего урожая сельскохозяйственных культур ведется вахтовым методом и используется после соответствующей дезактивации. В зоне отчуждения население и сельскохозяйственные животные эвакуируются в обязательном порядке. Проведение всех сельскохозяйственных работ прекращается.

Продукты убоя, полученные при внешнем облучении при отсутствии патологических изменений выпускаются без изменения. Продукты убоя, полученные от животных при инкорпорации РВ и подвергшихся внутреннему облучению и при сочетанном радиационном поражении – подвергаются обязательной радиометрии. На второй и последующие годы после выпадения радиоактивных осадков основное количество РВ будет находить-

ся в почве и из нее поступать в вегетативную массу и урожай сельскохозяйственных культур и траву пастбищ, а затем с кормом – в организм животных; через продукты питания – в организм человека. Зонирование территории в этот период будет производиться также по удельной радиоактивности территории.

20. Радиационное загрязнение Европейской части России

Ответ: радиоэкологическая обстановка в центральных и южных регионах Европейской части России определяется наличием атомных электростанций в Ленинградской, Тверской (Калининская АЭС), Калужской (Обнинская АЭС), Смоленской, Курской, Воронежской (Нововоронежская АЭС), Саратовской (Балаковская АЭС) и Ростовской областях, а также исследовательских реакторов и других ядерных установок в крупных научных центрах: Москве и Подмосковье (Институт ядерных исследований в Дубне, Московское высшее техническое училище, НИИ энерготехники, Институт теоретической и экспериментальной физики, Всероссийский институт химической технологии, НИИ радиационной безопасности космических объектов и др.), Обнинске (Физико-Энергетический институт, научно-производственное объединение «Тайфун» и др.), Санкт-Петербурге и Ленинградской области (Научно-исследовательский технологический институт в Сосновом Бору, НИИ ядерной физики в Гатчине), Нижегородской области (НИИ экспериментальной физики в г. Сарове, Научно-исследовательский и конструкторский центр по созданию атомных реакторов в Нижнем Новгороде и др.), Ульяновской области (НИИ атомных реакторов в г. Димитровграде). В СССР добычу и переработку урановых руд на территории Ставропольского края (возле г. Лермонтова) производило предприятие «Алмаз». В 1975 году работы были прекращены. В результате на горах Бештау и Бык остались отвалы «пустой» породы на площади более 50 га. На территории бывшего гидрометаллургического завода загрязнена промплощадка, отходы производства накоплены в хвостохранилище. Общая площадь загрязненной территории составляет 167 га. Имеются также заброшенные урановые шахты в Калмыкии. Особо опасными объектами являются предприятия по переработке уранового сырья. Они расположены в г. Электростали в Подмосковье (производство топлива для АЭС), г. Кирово-Чепецке (химический комбинат по обогащению урановой руды), г. Сарове Нижегородской области (производство ядерных боеприпасов на заводе «Авангард»), г. Глазове в Удмуртии (производство тепловыводящих элементов для атомных реакторов). Значительно осложняют и обостряют радиационную обстановку в европейской части России пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) в спецкомбинатах «Радон», которые размещаются в Московской, Ленинградской, Саратовской, Ростовской, Волгоградской, Самарской областях и в Татарстане. Самым главным фактором радиационного загрязнения европейской части России оказалась авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г., которая по объему выброшенной активности и по площади загрязненных территорий является наиболее крупной в истории ядерных катастроф, связанных с атомной энергетикой. От Чернобыльской катастрофы пострадала большая часть территории Белоруссии, значительная часть территории Украины и минимум 10 областей России: Брянская, Тульская, Калужская, Орловская, Воронежская, Смоленская, Горьковская, Ростовская, Тамбовская и Пензенская. В некоторых районах активность в 10000 раз превышала обычные фоновые уровни. Радиоактивная пыль была зафиксирована во многих странах Западной Европы, а также на Кавказе, в Средней Азии, Сибири, Китае, Японии и даже США.

21. Радиационное загрязнение Восточной Сибири и Дальнего Востока

Ответ: в Восточной Сибири размещается единственное в стране предприятие по добыче и обогащению урановой руды – Приаргунский ГОК. Источниками загрязнения являются: карьер, отвалы пустой породы, гидрометаллургический завод, хвостохранилища, шахтные воды. При этом Забайкальский регион характеризуется радиоактивным загрязнением атмосферы из-за пыли, поступающей с ГОКа. В регионе расположен Ангарский электролизный химический комбинат. Где производится переработка отработанного ядерного топлива и РАО. На территории Иркутской области размещен спецкомбинат «Радон» с подземными хранилищами отходов. В Восточной Сибири было проведено 19 подземных ядерных взрыва для создания плотин и сейсмозондирования. В Красноярском крае работает горно-химический комбинат (г Железногорск), который производит оружейный плутоний и перерабатывает отработанное ядерное топливо. В результате деятельности комбината происходили выбросы отходов в Енисей, что повлекло загрязнение русла и поймы реки.

В дальневосточном регионе работает Билибинская АЭС с хранилищами РАО на территории. Основной источник потенциальной опасности – это Тихоокеанский флот с атомными подводными лодками. Отработавшие атомные корабли размещаются в Авачинской бухте на Камчатке и морских базах Хабаровского края.

22. Радиационное загрязнение Западной Сибири

Ответ: факторами загрязнения региона являются: испытания оружия на Семипалатинском и Новоземельном полигонах, подземные ядерные взрывы в мирных целях, загрязнение, поступающее с ПО «Маяк» Челябинской области. На Семипалатинском полигоне всего было проведено с 1949г. 470 взрывов, из них 87 наземных и в атмосфере. От радиоактивных облаков особенно пострадали территории Алтайского края, Кемеровская, Новосибирская области, республика Хакасия. В г Новосибирске расположен завод химических концентратов, изготавливающий ТВЭЛы для АЭС. В Новосибирской области расположен полигон захоронения РАО, обслуживающий 7 субъектов РФ. Загрязнение Омской области связано с влиянием Семипалатинского полигона и загрязнением рек Иртыш и Ишим. Основное радиационное загрязнение Томской области связаны с деятельностью Сибирского химического комбината, где размещены реакторы для получения оружейного плутония, завод по разделению изотопов урана для получения урана-235, радиохимический завод по переработке отработанного ядерного топлива, химико-металлургический завод для получения высокообогащенных урана и плутония. Самая крупная авария произошла в 1993 г.. когда лопнула емкость в жидкой радиоактивной массой с выбросом в окружающую среду. Радиационная обстановка в Тюменской области в целом рассматривается как благоприятная. Однако, северная часть области находится в зоне влияния полигона «Новая Земля». Отмечается некоторое воздействие от радиационных инцидентов в соседней Челябинской области на ПО «Маяк». На территории области было проведено 8 ядерных взрывов с целью сейсмического зондирования земной коры, повышения нефтеотдачи пластов горных пород.

23. Радиационное загрязнение Уральского региона

Ответ: В Уральский регион входят: Республика Коми, Пермская, Свердловская, Челябинская и Оренбургская области, а также Башкирия. В 60-е–70-е годы в Пермской области произведено 8 подземных ядерных взрывов. Два из них на Осинском нефтяном месторождении для увеличения нефтеотдачи пластов, 5 взрывов в Красновишерском районе с той же целью и один взрыв в районе Печоро-Ильчского заповедника – для создания канала Печора-Кама. В Коми АССР проведено 4 взрыва с целью сейсмического зондирования земной коры и мантии Земли. Подземные ядерные взрывы проводились в

Оренбургской области на границе с Казахстаном. Всего было 5 взрывов с целью создания подземных емкостей. Кроме того, в 1954 году в районе г. Тоцка проводилось испытание ядерного оружия в атмосфере, сопряженное с военными учениями. В Башкирии в 1965 году проведено 6 подземных ядерных взрывов, 4 из них – для дополнительного притока нефти на Грачевском месторождении и два взрыва – для захоронения промышленных стоков (недалеко от городов Стерлитамака и Салавата). В Уральском регионе работает пока одна атомная электростанция – Белоярская. По заключению экологов, она является безопасной для окружающей среды. Однако, загрязненная радионуклидами вода не раз попадала в р.Пышму, которая относится к бассейну р.Оби, а длительный сброс загрязненных вод в Ольховское болото привел к серьезному загрязнению его радиоактивными веществами. В Екатеринбурге и Уфе функционируют предприятия «Радон», обслуживающие Уральский регион. В годы существования СССР в Свердловской и Челябинской областях Малышевским рудоправлением производилась добыча урановой руды. В Свердловской и Челябинской областях дислоцируется значительное количество предприятий ядерного комплекса: г. Озерск (где размещается ПО «Маяк»), г. Снежинск, г. Новоуральск, г. Лесной, г. Трехгорный. В Челябинской области с пятидесятых годов XX столетия работает мощный ядерный центр, ПО «Маяк», который явился главным виновником загрязнения радионуклидами территории Среднего и Южного Урала и прилегающих областей Западной Сибири, поскольку на этом предприятии неоднократно случались аварии с крупными выбросами радионуклидов в атмосферу и водные артерии. В 1949-51 годах ПО «Маяк» сбрасывал в р.Теча высокоактивные отходы, не предупреждая об этом местное население. В результате среди проживающих в береговой зоне этой реки были зафиксированы случаи хронической лучевой болезни. В 1957 году на том же предприятии произошел тепловой взрыв в одном из хранилищ высокоактивных ядерных отходов. Сформировавшееся радиоактивное облако, постепенно перемещалось в северо-восточном направлении. Оно оставило Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), в результате которого были загрязнены радионуклидами значительные площади Челябинской, Свердловской, Курганской и Тюменской областей. В междуречье Теча-Мишеляк сосредоточены могильники, содержащие около 500 тонн твердых РАО.

24. Радиационное загрязнение Арктического региона России

Ответ: Радиационное загрязнение этого сектора обусловлено четырьмя главными факторами: 1) испытанием ядерного оружия на полигоне Новая Земля; 2) последствиями эксплуатации кораблей Северного флота и гражданских судов с атомными двигателями; 3) поступлением радионуклидов из Великобритании через воды северных морей; 4) функционированием Кольской АЭС. Наземные ядерные взрывы на Новой Земле проводились с 1955 по 1963 годы, а затем, до 1990 года, ядерное и термоядерное оружие испытывалось под землей. В результате в 50-е–60-е годы в атмосферу поступило огромное количество радиоактивного цезия, стронция, плутония и других долгоживущих радионуклидов. Кроме испытаний атомного оружия в Арктике проводились ядерные взрывы в мирных целях, в основном по заказу Министерства геологии для глубинного сейсмического зондирования, а также для дробления апатитовой руды в естественном массиве (Кольский полуостров). Значительная часть радионуклидов была усвоена тундровой растительностью в первую очередь мхами. В результате этого накопление стронция в скелетах оленеводов в 20-40 раз выше, чем у горожан. Другой фактор радиоактивного загрязнения районов Арктики – ликвидация жидких и твердых ядерных отходов, которую проводят здесь различные ведомства и в первую очередь – Министерство обороны. В течение длительного времени СССР производила утилизацию

жидких радиоактивных отходов, контейнеров с РАО, реакторов с невыгруженным ядерным топливом и даже целых отсеков подводных лодок и гражданских судов в Северном Ледовитом океане, преимущественно в глубоководных впадинах Баренцева и Карского морей, вблизи архипелага Новая Земля. В регионе функционируют 5 предприятий, занимающихся утилизацией атомных подводных лодок, а также две береговые технические базы Северного флота, где хранится отработанное ядерное топливо. Поскольку Россия не в состоянии своими силами ускорить темп утилизации списанных атомных подводных лодок, частичное финансирование этих работ на безвозмездной основе осуществляют Норвегия и США. Третьим фактором радиоактивного загрязнения Арктики является поступление радиоактивных вод с побережья Великобритании, где они сбрасываются с завода по переработке ядерного топлива. Вклад в загрязнение северных морей вносят и впадающие в них крупные реки, в первую очередь Обь и Енисей. В настоящее время Россия прекратила сброс радиоактивных отходов в северные моря.

Кроме того, повышенной радиоактивностью обладают отходы предприятий по добыче апатитовых руд на Кольском полуострове.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

В рамках **текущего контроля** в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитываются ответы на вопросы устного опроса, рефераты, успешность решения контрольных работ.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончанию учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (устный опрос, реферат, контрольная работа) и ответы на вопросы зачета. Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1. Критерии оценивания теоретического вопроса

«Зачтено» Студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы; логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора.

«Не зачтено» - студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных

и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с педагогической практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результат зачета	Требования к знаниям
Зачтено	Студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы; логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и защита докладов.

Не зачтено	<p>студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.</p> <p>Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с педагогической практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.</p> <p>Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.</p>
-------------------	---

**06.03.01 Биология, направленность Биофизика, ФОС РПД
Радиоэкология, форма обучения очная**

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.2025 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры радиационной биологии

Протокол заседания № 7 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой согласовано А.В. Аклеев

Автор (составитель) Е.В. Стяжкина

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**