

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 12.09.2025 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	 МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиоэкология» по направлению подготовки 06.04.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	---	--	--------

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

Радиоэкология

Направление подготовки (специальность)
06.04.01 Биология

Направленность (профиль)
Радиационная биология

Присваиваемая квалификация (степень)
Магистр

Форма обучения
очная

Год (ы) набора: 2025

Челябинск, 2025 г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.04.01 Биология**

Направленность (профили): Радиационная биология

Дисциплина: **Радиоэкология**

Семестры изучения: 1

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
ПК-1	Способен использовать знание нормативных документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских работ для руководства рабочим коллективом и обеспечения мер производственной безопасности	<p>ПК-1.1. Использует базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры.</p> <p>ПК-1.2. Анализирует нормативные документы, регламентирующие организацию и методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ биологического профиля.</p> <p>ПК-1.3. Планирует организацию и проведение научных исследований по актуальным биомедицинским проблемам.</p>	<p>Знать:</p> <p>Для достижения ПК-1.1. знать: правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности.</p> <p>Для достижения ПК-1.2. знать: основы радиационного нормирования и защиты населения и персонала от действия ионизирующего излучения.</p> <p>Для достижения ПК-1.3. знать: основные методы поиска и анализа информации для решения исследовательских профессиональных задач; принципы радиоэкологического мониторинга; принципы работы радиометрической аппаратуры.</p> <p>Уметь:</p> <p>Для достижения ПК-1.3. уметь: самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиоэкологии и решать их с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных</p>

			<p>технологий.</p> <p>Владеть: Для достижения ПК-1.1. владеть: профессиональными знаниями для анализа и систематизации собранной информации в процессе радиоэкологического исследования. Для достижения ПК-1.2. владеть: способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов. Для достижения ПК-1.3 владеть: навыками работы с периодическими изданиями (журналами, сборниками) по интересующему вопросу, навыками поиска необходимой информации в литературных источниках и сети Интернет.</p>
ПК-2	Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов радиобиологических дисциплин	ПК-2.1. Имеет представление об основных экспериментальных и диагностических методах радиобиологии и биофизики. ПК-2.2. Рассматривает принципы устройства и работы современных лабораторий.	<p>Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: термины и понятия общей и радиационной экологии, их определение; предмет и задачи радиоэкологии, историю становления радиоэкологии как науки. Для достижения ПК-2.2. знать: естественные и искусственные радиоактивные изотопы, радиоактивность оболочек Земли, судьбу радиоактивных изотопов в окружающей среде, использование ядерных материалов человеком, источники загрязнения радионуклидами биосферы; терминологию, используемую в дисциплине, в ее прикладных аспектах.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: анализировать, обобщать и воспринимать информацию; расширять и</p>

			<p>углублять свое научное мировоззрение.</p> <p>Для достижения ПК-2.2. уметь: демонстрировать углубленные знания в области естественных наук; принять первые меры безопасности в случае возможного радиационного облучения.</p> <p>Владеть:</p> <p>Для достижения ПК-2.1. владеть: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний.</p> <p>Для достижения ПК-2.2 владеть: навыками, снижающими или исключаящими радиационное облучение организма.</p>
--	--	--	--

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>ПК-1</p> <p>Знать:</p> <p>Для достижения ПК-1.1. знать: правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности.</p> <p>Для достижения ПК-1.2. знать: основы радиационного нормирования и защиты населения и персонала от действия ионизирующего излучения.</p> <p>Для достижения ПК-1.3. знать: основные методы</p>	<p>1. Предмет радиационной экологии и ее задачи</p> <p>2. Радиоактивные источники в окружающей среде.</p> <p>3. Миграция радионуклидов в окружающей среде.</p> <p>4. Биотестирование и биоиндикация радиоактивных загрязнений.</p> <p>5. Принципы работы радиометрической аппаратуры.</p> <p>6. Методы радиометрии.</p>	Устный опрос, контрольная работа	Вопросы к зачету № 1-19

<p>поиска и анализа информации для решения исследовательских профессиональных задач; принципы радиоэкологического мониторинга; принципы работы радиометрической аппаратуры.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-1.3. уметь: самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиоэкологии и решать их с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий.</p> <p>Владеть: Для достижения ПК-1.1. владеть: профессиональными знаниями для анализа и систематизации собранной информации в процессе радиоэкологического исследования. Для достижения ПК-1.2. владеть: способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов. Для достижения ПК-1.3 владеть: навыками работы с периодическими изданиями (журналами, сборниками) по интересующему вопросу, навыками поиска необходимой информации в литературных источниках и сети Интернет.</p>	<p>7. Поведение радионуклидов на территории различных природных зон России. 8. Сельскохозяйственная радиоэкология. 9. Радиоактивные элементы. 10. Радиационное загрязнение регионов России. 11. Радиоэкологический мониторинг. 12. Радиоэкологическое нормирование.</p>		
--	---	--	--

2	<p>ПК-2 Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: термины и понятия общей и радиационной экологии, их определение; предмет и задачи радиоэкологии, историю становления радиоэкологии как науки. Для достижения ПК-2.2. знать: естественные и искусственные радиоактивные изотопы, радиоактивность оболочек Земли, судьбу радиоактивных изотопов в окружающей среде, использование ядерных материалов человеком, источники загрязнения радионуклидами биосферы; терминологию, используемую в дисциплине, в ее прикладных аспектах. Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: анализировать, обобщать и воспринимать информацию; расширять и углублять свое научное мировоззрение. Для достижения ПК-2.2. уметь: демонстрировать углубленные знания в области естественных наук; принять первые меры безопасности в случае возможного радиационного облучения. Владеть: Для достижения ПК-2.1. владеть: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет радиационной экологии и ее задачи 2. Радиоактивные источники в окружающей среде. 3. Миграция радионуклидов в окружающей среде. 4. Биотестирование и биоиндикация радиоактивных загрязнений. 5. Принципы работы радиометрической аппаратуры. 6. Методы радиометрии. 7. Поведение радионуклидов на территории различных природных зон России. 8. Сельскохозяйственная радиоэкология. 9. Радиоактивные элементы. 10. Радиационное загрязнение регионов России. 11. Радиоэкологический мониторинг. 12. Радиоэкологическое нормирование. 	<p>Устный опрос, контрольная работа</p>	<p>Вопросы к зачету № 1-19</p>
---	--	---	---	--------------------------------

	<p>технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний. Для достижения ПК-2.2 владеть: навыками, снижающими или исключаящими радиационное облучение организма.</p>			
--	---	--	--	--

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.

Теоретические вопросы к зачету «Радиоэкология»

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 биогеоценологией. 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 радиоактивный фон. 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, облицованные 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

3. Искусственный радиоактивный фон, техногенные источники

ионизирующего излучения.

Ответ: Начиная с 50-х годов XX в. радиационный фон заметно повысился из-за воздействия множества техногенных источников радиоактивности: испытания и применение ядерного оружия; выделение радионуклидов при сгорании органического топлива; перераспределение извлекаемых из недр минералов, содержащих радиоактивные вещества; выбросы и сбросы АЭС и предприятий ядерно-топливного цикла, в том числе при авариях; техногенные источники проникающей радиации (энергетические и исследовательские ядерные установки, медицинская диагностическая и терапевтическая рентгеновская аппаратура, радиационная дефектоскопия, источники сигнальной индикации и т.п.). В настоящее время известны свыше 900 радионуклидов, полученных искусственным путем в результате различных ядерных реакций. Кроме того, при делении ядер возникают трансурановые радионуклиды, образующиеся при последовательном поглощении нейтронов тяжелыми ядрами без их деления. К таким радионуклидам относятся изотопы плутония, америция и др., которые являются α -излучателями.

4. Естественный радиоактивный фон, 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. Свойства и процессы переноса 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 тропосферу 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.

6. Свойства и процессы переноса 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 отношение 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.

7. Свойства и процессы переноса 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, pH 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.

8. 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 скоплений 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.

9. Биотестирование.

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 [5]. Это особенно важно при разработке новых природоохранных технологий, направленных на восстановление и ремедиацию нарушенных (загрязненных) объектов с использованием нетрадиционных биоремедиантов

10. Методы радиометрии. 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 активности 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.

11. Методы радиометрии. Полевые 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. Полевые методы опираются либо на измерение высокоэнергетической 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.

12. Радиоэкологическое нормирование. Международные организации, курирующие вопросы радиационной безопасности

Ответ: Первый международный акт по радиационной безопасности был предпринят в 1928 г., когда на II Международном радиологическом конгрессе в Стокгольме был создан Комитет по защите от рентгеновских лучей и радия. В 1950 году Комитет был реорганизован в Международную Комиссию по радиологической защите (МКРЗ). В 1956 году МКРЗ вступила в организационные отношения со Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в качестве «неправительственной соучаствующей организации». Согласно уставу, МКРЗ анализирует и обобщает все достижения в области защиты от ионизирующих излучений и периодически разрабатывает соответствующие рекомендации, исходя из основных научных принципов. В Российской Федерации существует также внутригосударственная комиссия – РНКРЗ. МКРЗ в настоящее время состоит из главной комиссии и четырех комитетов, состав которых

обновляется один раз в четыре года. В число членов МКРЗ входят и представители России. В 1955 году при ООН организован Научный комитет по действию атомной радиации (НКДАР), осуществляющий сбор и анализ международной информации о различных аспектах действия ионизирующих излучений на живые организмы. НКДАР периодически получает задания от Генеральной Ассамблеи ООН и осуществляет их выполнение. Изучением последствий облучения занимается и американский Комитет по биологическому действию ионизирующих излучений (BEIR). Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), курирующая вопросы, связанные с радиационной безопасностью на всех этапах работ по мирному использованию атомной энергии. МАГАТЭ является официальной организацией ООН, и все страны – члены МАГАТЭ – обязаны выполнять утвержденные ею официальные нормы и правила обращения с источниками ионизирующих излучений, если возникающие при этом вопросы касаются межгосударственных отношений.

13. Радиоэкологическое нормирование. Российские правовые акты, регламентирующие гигиеническое нормирование ионизирующих излучений. Основные принципы НРБ-99/2009. Пределы допустимых доз для населения и персонала.

Ответ: Вопросами гигиенического нормирования ионизирующих излучений в России занимается научная комиссия по радиационной защите, действующая в качестве консультативного органа при РАМН. К 2004 году существуют следующие основные регламентирующие документы:

1. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» – ФЗ №3 от 09.01.1996 г.
2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» – ФЗ №52 от 30.03.1999 г.
3. «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» – ОСПОРБ-99 г.
4. «Нормы радиационной безопасности» – НРБ-99 г.

НРБ-99 являются основополагающим документом, регламентирующим требования Федерального закона «О радиационной безопасности населения» – ФЗ №3 от 09.01.1996 г.

Нормы устанавливают, что обеспечение радиационной безопасности основывается на 3 принципах: *Принцип нормирования* – не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения. *Принцип обоснования* – запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением. *Принцип оптимизации* – поддержание на возможно низком и достижимом уровне, с учетом экономических и социальных факторов, индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц.

Нормы (НРБ-99) распространяются на облучение человека: в условиях радиационной аварии; от природных источников облучения; при облучении в медицинских целях.

Для нормальных условий работы источников излучения установлены три категории облучаемых лиц: персонал, подразделяемый на группы А и Б, и население, которое включает и лиц из персонала, но вне сферы их производственной деятельности. По нормам радиационной безопасности (НРБ-99) установлены основные пределы доз: для персонала группы А эффективная доза не должна превышать 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год. Для персонала группы Б и на-

селения эффективная доза не должна превышать 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год

14. Ведение хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения

Ответ: В ближайшее время после выпадение 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 находиться 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.

15. Радиационное загрязнение Европейской части России

Ответ: Радиологическая 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.

16. 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.

17. 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 связано 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.

18. 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 пятидесятих 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.

19. 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 устные ответы на занятия, написание контрольных работ.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончании учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (контрольные работы, устный опрос). 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 письменного 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

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала. Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

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. Учитываются ответы на устные вопросы на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы.

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>Учитываются ответы на устные вопросы на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы.</p>
-------------------	--

