

| | | | |
|---|--|---|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 12.09.2025 09:50:43 Уникальный программный код: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323 |  <p>МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</p> | Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы нормирования радиационной безопасности» по направлению подготовки 06.04.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | стр. 1 |
|---|--|---|--------|

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

Основы нормирования радиационной безопасности

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: **Основы нормирования радиационной безопасности**

Семестры изучения: 2

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «**Основы нормирования радиационной безопасности**» 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>ПК-1.5. Использует</p> | <p>Знать: Для достижения ПК-1.1. знать: базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой. Для достижения ПК-1.2. знать: нормативные документы, регламентирующие организацию и методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ биологического профиля.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-1.3. уметь: планировать организацию и проведение научных исследований по актуальным проблемам радиационной безопасности.</p> <p>Владеть: Для достижения ПК-1.5. владеть: методами соблюдения этических принципов работы с лабораторными животными и принципы биобезопасности при работе с биологическими объектами.</p> |

| | | | |
|------|--|---|--|
| | | методы соблюдения этических принципов работы с лабораторными животными и принципы биобезопасности при работе с биологическими объектами | |
| 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. | <p>Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: терминологию, используемую в дисциплине, в ее прикладных аспектах; принципы радиационного мониторинга; основы радиационного нормирования и защиты населения и персонала от действия ионизирующего излучения.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиационной безопасности и решать их с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; - ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий; принять первые меры безопасности в случае возможного радиационного облучения.</p> <p>Владеть: Для достижения ПК-2.1. владеть: способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов, профессиональными знаниями для анализа и систематизации собранной информации в процессе радиационного исследования.</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 Знать: Для достижения ПК-1.1. знать: базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой. Для достижения ПК-1.2. знать: нормативные документы, регламентирующие организацию и методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ биологического профиля. Уметь: Для достижения ПК-1.3. уметь: планировать организацию и проведение научных исследований по актуальным проблемам радиационной безопасности. Владеть: Для достижения ПК-1.5. владеть: методами соблюдения этических принципов работы с лабораторными животными и принципы биобезопасности при работе с биологическими</p> | <p>1. Введение в дисциплину. 2. Биологическое действие ионизирующих излучений. 3. Нормирование радиации. Основные регламентации уровня допустимого облучения людей. 4. Мероприятия противорадиационной защиты в целях обеспечения уровней допустимого облучения при соблюдении норм радиационной безопасности людей.</p> | Устный опрос | Вопросы к зачету № 1-20 |

| | | | | |
|---|--|---|--------------|-------------------------|
| | объектами. | | | |
| 2 | <p>ПК-2 Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: терминологию, используемую в дисциплине, в ее прикладных аспектах; принципы радиационного мониторинга; основы радиационного нормирования и защиты населения и персонала от действия ионизирующего излучения.</p> <p>Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиационной безопасности и решать их с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; - ориентироваться в возможных негативных последствиях применения радиационно-опасных технологий; принять первые меры безопасности в случае возможного радиационного облучения.</p> <p>Владеть: Для достижения ПК-2.1. владеть: способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов, профессиональными</p> | <p>1. Введение в дисциплину. 2. Биологическое действие ионизирующих излучений. 3. Нормирование радиации. Основные регламентации уровня допустимого облучения людей. 4. Мероприятия противорадиационной защиты в целях обеспечения уровней допустимого облучения при соблюдении норм радиационной безопасности людей.</p> | Устный опрос | Вопросы к зачету № 1-20 |

| | | | | |
|---|---|--|--|--------|
| Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы нормирования радиационной безопасности» по направлению подготовки 06.04.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | | | | стр. 5 |
| | знаниями для анализа и систематизации собранной информации в процессе радиационного исследования. | | | |

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 «Основы нормирования радиационной безопасности»

1. История дисциплины.

Возникновение радиобиологии обязано трем великим открытиям. Официальной датой рождения радиобиологии считается 1895 г., когда В.К. Рентген обнаружил ионизирующее излучение, позднее названное его именем. Изучая в 1896 г. один из рентгеновских снимков, А. Беккерель заинтересовался механизмом образования рентгеновских лучей и, в частности, их связью с флюоресценцией. Было открыто явление естественной радиоактивности. П. Кюри и М. Склодовской-Кюри в 1898 г. был открыт радий, а затем начались работы по изучению возможности его медицинского применения. Далее активно началось исследование радиобиологии, которое принято представлять в три этапа.

Первый этап 1890 - 1922 гг. Описательный этап, связанный с накоплением данных первыми попытками осмысления биологических реакций на облучение. (В. К. Рентген, А. Беккерель, М. Склодовская-Кюри, П. Кюри, И.Р. Тарханов, Е.С. Лондон, Ж. Бергонье и Л. Трибондо).

Второй этап 1922—1945 гг.: становление фундаментальных принципов количественной радиобиологии, характеризующийся стремлением связи эффектов с величиной поглощенной дозы; открытие мутагенного действия ионизирующих излучений, развитие радиационной генетики. (Ф. Дессауэр | Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. М. Кузин, Б. Н. Тарусов, Н.М. Эмануэль, Д.Э. Ли, К.Циммер, Г. А. Надсон, Г. С. Филиппов, Г. Мёллер, Л. Стадлер).

Третий этап с 1945 г. по настоящее время. Дальнейшее развитие количественной радиобиологии на всех уровнях биологической организации:

- молекулярная и клеточная радиобиология
- разработка биологических способов противолучевой защиты
- лечения лучевых поражений
- создание ускорителей ядерных частиц
- разработка радиосенсибилизирующих агентов
- развитие радиобиологических принципов лучевой терапии опухолей.

В настоящее время немногим более 50 лет прошло с тех пор, как радиационная гигиена сформировалась как самостоятельная дисциплина, включающая такие направления, как дозиметрическое (изучение источников и

уровней облучения) и радиобиологическое (изучение в эксперименте и с помощью эпидемиологических исследований эффектов и последствий воздействия излучений на здоровье), теорию и методологию гигиенического регламентирования уровней допустимого облучения и, наконец, санитарно-организационное направление, разрабатывающее конкретные меры противорадиационной защиты. Радиационная гигиена включает радиационную гигиену труда, которая изучает условия труда и разрабатывает защитные и профилактические мероприятия при работе с источниками ионизирующих излучений, и коммунальную радиационную гигиену окружающей среды, освещающую проблемы радиационной безопасности населения.

Радиационная безопасность — состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

2. Использование ионизирующих излучений (ИИ) человеком.

ИИ формируется в результате деятельности человека, в основном, за счет источников ионизирующих излучений, используемых в медицине; в сельском хозяйстве; глобальных выпадений радионуклидов; стройматериалов; телевидения; авиации.

Источники ионизирующего излучения, используемые в медицине, являются основной составляющей искусственного облучения и широко распространены во всем мире. Диагностическое облучение характеризуется довольно низкими дозами, получаемыми каждым из пациентов (типичные эффективные дозы находятся в диапазоне 1–10 мЗв), что достаточно для получения требуемой клинической информации. Терапевтическое облучение сопряжено с гораздо большими дозами, точно подводимыми к объему опухоли (типичные назначаемые дозы находятся в диапазоне 20–

60 Гр). По оценке НКДАР ООН ожидается дальнейшее увеличение использования излучения в медицинских целях и соответствующих доз: увеличится использование рентгеновского излучения за счет возрастания значения компьютерной томографии и интервенционных процедур; возрастет использование радиофармпрепаратов для диагностики и терапии (применение новых и более избирательных средств); возрастет потребность в лучевой терапии вследствие старения населения. Среднемировое значение индивидуальной дозы облучения всего тела вследствие медицинских процедур (главный вклад дает диагностика) составляет 0,4–1,0 мЗв/год; а в некоторых странах — от 50 до 100 % ЕРФ. В Стройматериалы формируют эффективную дозу, равную 0,1 мЗв/год. Если человек находится в помещении, доза внешнего облучения изменяется под влиянием двух противоположно действующих факторов: а) экранирование внешнего излучения зданием; б) излучение естественных радионуклидов, находящихся в материалах, из которых построено здание.

В зависимости от концентрации К-40, Ra-226, U-238 и Th-232 в различных стройматериалах мощность дозы в домах меняется от $4 \cdot 10^{-8}$ до $12 \cdot 10^{-8}$ Гр/ч (0,04–0,12 мкГр/ч). В среднем, в кирпичных, бетонных зданиях мощность дозы в 2–3 раза больше, чем в деревянных домах и в домах из синтетических материалов, где она обычно составляет 0,04–0,05 мкГр/ч. Снижение облучения населения достигается регламентацией эффективной удельной активности (Аэфф) природных радионуклидов в строительных материалах.

ИИ используется АЭС, ...

3. Международная шкала ядерных событий (аномалии, инциденты, аварии).

В соответствии с рекомендациями Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) для оценки значимости с точки зрения безопасности событий, происходящих на ядерных установках и объектах, используется Международная шкала ядерных событий ИНЕС (INES). Она оценивает все нештатные события на ядерных объектах по 8-бальной шкале. За нулевой уровень приняты события, несущественные для безопасности. Далее следуют следующие уровни: 1-й (аномалия), 2-й (инцидент), 3-й (серьезные инциденты); уровни, начиная с 4-го описывают как аварию – 4-й – авария без значительного риска за пределами площадки, 5-й – авария с риском за пределами площадки, 6-й – серьезная авария, 7-й – крупная авария.

4. Основы биологического действия ионизирующих излучений.

Ионизирующие излучения (ИИ) - это потоки частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению его атомов или молекул. Источником ионизирующего излучения (ИИИ) может быть космический объект, земной объект, содержащий радиоактивное вещество (радионуклиды) или техническое устройство, испускающее или способное при определенных условиях испускать ионизирующее излучение.

ИИИ могут быть внешними, когда источник, расположен вне тела человека. Источниками внешнего облучения являются космическое излучение и наземные источники. Источниками внутреннего облучения являются радионуклиды, находящиеся в организме человека.

По физической природе ионизирующие излучения делятся на корпускулярные и электромагнитные.

При попадании в организм некоторые радионуклиды включаются в метаболические процессы и накапливаются в тканях. По характеру распределения в организме радионуклиды условно делят на 4 группы:

- 1) сравнительно равномерно распределяющиеся (радиоизотопы цезия ^{134}Cs , ^{137}Cs ; натрия ^{24}Na , рубидия ^{106}Ru , углерода ^{14}C);
- 2) остеотропные (радиоизотопы стронция ^{89}Sr , ^{90}Sr ; бария ^{140}Ba , радия ^{226}Ra , ^{224}Ra , кальция ^{40}Ca , иттрия ^{90}Y , ^{91}Y и некоторых РЗЭ);
- 3) накапливающиеся преимущественно в органах ретикулоэндотелиальной системы и скелете (это, в основном, изотопы элементов, способных к образованию гидролизированных форм, например, ^{144}Ce , ^{241}Am , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{227}Ac , ^{140}La и др.);
- 4) избирательно накапливающиеся в отдельных органах и тканях (радиоактивные);
- 5) изотопы йода, в том числе ^{131}I - в щитовидной железе.

Для разработки системы радиационной безопасности необходимо знать, как количественно изменяются с дозой вероятность стохастических эффектов и степень тяжести детерминированных эффектов. Наиболее подходящий источник информации — это сведения, полученные непосредственно при изучении результатов воздействия излучения на человека.

5. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности.

Основными принципами обеспечения радиационной безопасности являются:

- принцип нормирования - не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего

излучения;

- принцип обоснования - запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;

- принцип оптимизации - поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

6. Обеспечение радиационной безопасности.

Радиационная безопасность обеспечивается:

- проведением комплекса мер правового, организационного, инженерно-технического, санитарно-гигиенического, медико-профилактического, воспитательного и образовательного характера;

- осуществлением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями, другими юридическими лицами и гражданами мероприятий по соблюдению правил, норм и нормативов в области радиационной безопасности;

- информированием населения о радиационной обстановке и мерах по обеспечению радиационной безопасности;

- обучением населения в области обеспечения радиационной безопасности.

7. Область обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации.

К полномочиям Российской Федерации в области обеспечения радиационной безопасности относятся:

- определение государственной политики в области обеспечения радиационной безопасности и ее реализация;

- разработка и принятие федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области обеспечения радиационной безопасности, контроль за их соблюдением;

- разработка, утверждение и реализация федеральных программ в области обеспечения радиационной безопасности;

- лицензирование деятельности в области обращения с источниками ионизирующих излучений;

- контроль за радиационной обстановкой на территории Российской Федерации и учет доз облучения населения;

- введение особых режимов проживания населения в зонах радиоактивного загрязнения;

- реализация мероприятий по ликвидации последствий радиационных аварий;

- организация и проведение оперативных мероприятий в случае угрозы возникновения радиационной аварии;

- организация и осуществление государственного надзора в области

обеспечения радиационной безопасности;

- информирование населения о радиационной обстановке;
- установление порядка определения социальных гарантий за повышенный риск причинения вреда здоровью граждан и нанесения убытков их имуществу, обусловленных радиационным воздействием;
- установление порядка возмещения причиненных вреда здоровью граждан и убытков их имуществу в результате радиационной аварии;
- создание и обеспечение функционирования единой системы государственного управления в области обеспечения радиационной безопасности, в том числе контроля и учета доз облучения населения;
- регламентация условий жизнедеятельности и особых режимов проживания на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате радиационных аварий;
- контроль за оказанием помощи населению, подвергшемуся облучению в результате радиационных аварий;
- регулирование экспорта и импорта ядерных материалов, радиоактивных веществ и иных источников ионизирующего излучения, а также контроль за осуществлением их экспорта и импорта;
- осуществление международного сотрудничества Российской Федерации в области обеспечения радиационной безопасности и выполнение обязательств Российской Федерации по международным договорам Российской Федерации;
- другие полномочия в области обеспечения радиационной безопасности, отнесенные к полномочиям Российской Федерации Конституцией Российской Федерации и федеральными законами.

8. Защита от ионизирующих излучений (радиации).

В связи с тем, что проникающее излучение оказывает вредное биологическое действие, первостепенное значение при работе с радиоактивными веществами приобретает правильная организация труда, обеспечивающая безопасность обслуживающего персонала. Для защиты от ионизирующих излучений применяют следующие методы и средства:

- снижение активности (количества) радиоизотопа, с которым работает человек;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- экранирование излучения с помощью экранов и биологических защит;
- применение средств индивидуальной защиты.

9. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации.

В области обеспечения радиационной безопасности содержатся органы государственной власти субъектов Российской Федерации.

- разрабатывают в соответствии с положениями настоящего Федерального закона «О радиационной безопасности населения» законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации;
- разрабатывают и реализуют региональные (территориальные) программы в области обеспечения радиационной безопасности;
- организуют контроль за радиационной обстановкой на соответствующей территории в пределах своих полномочий;

- участвуют в организации и проведении оперативных мероприятий в случае угрозы возникновения радиационной аварии;
- обеспечивают условия для реализации и защиты прав граждан и соблюдения интересов государства в области обеспечения радиационной безопасности в пределах своих полномочий;
- участвуют в реализации мероприятий по ликвидации последствий радиационных аварий на соответствующей территории;
- реализуют другие полномочия в области обеспечения радиационной безопасности в соответствии с полномочиями, отнесенными к ведению субъектов Российской Федерации.

10. Естественные источники облучения.

Ионизирующие излучения от природных источников, а также от радионуклидов, рассеянных в биосфере в результате деятельности человека, создают радиационный фон (РФ). РФ воздействует на все население земного шара, в настоящее время имеет относительно постоянный уровень. В прошлом он неоднократно претерпевал резкие изменения. Естественный радиационный фон является основным компонентом радиационного фона и представляет собой ионизирующее излучение, действующее на живые организмы на поверхности Земли от природных источников космического и земного происхождения. Облучение от естественных источников может быть внешним и внутренним (поступление радионуклидов в организм через дыхательные пути ЖКТ и кожу). Естественный радиационный фон везде свой, в зависимости от высоты территории над уровнем моря и геологического строения каждого конкретного района. Безопасным считается уровень радиации до величины, приблизительно 0.5 микрозиверт в час (до 50 микрорентген в час). В среднем ЕРФ – 10-12 мкР/час.

до 0.2 микрозиверт в час (соответствует значениям до 20 микрорентген в час) - это наиболее безопасный уровень внешнего облучения тела человека, когда "радиационный фон в норме".

Верхний предел допустимой мощности дозы - примерно 0.5 мкЗв/час (50 мкР/ч). Естественный радиационный фон везде свой, в зависимости от высоты территории над уровнем моря и геологического строения каждого конкретного района. Безопасным считается уровень радиации до величины, приблизительно 0.5 микрозиверт в час (до 50 микрорентген в час). В среднем ЕРФ – 10-12 мкР/час., до 0.2 микрозиверт в час (соответствует значениям до 20 микрорентген в час) - это наиболее безопасный уровень внешнего облучения тела человека, когда "радиационный фон в норме". Верхний предел допустимой мощности дозы - примерно 0.5 мкЗв/час (50 мкР/ч).

11. Антропогенные источники облучения.

Техногенное облучение – это облучение от техногенных источников как в нормальных, так и в аварийных условиях, за исключением медицинского облучения пациентов. Одной из разновидностей Т.о. является производственное облучение работников от всех техногенных источников ионизирующего и других видов излучения (теплого, светового, электромагнитного) в процессе штатной производственной деятельности. Под аварийным Т.о. понимается облучение человека и природной среды в зонах, опасных для здоровья и состояния экосистем. Опасность аварийного Т.о. определяется мощностью, временем, спектром облучения, создающим биологические и физико-химические повреждения

соответствующих объектов. При разработке мероприятий по предупреждению Т.о. анализируются: источники облучения, сценарии возникновения и развития аварийных ситуаций, защищенность наиболее уязвимых элементов системы «человек – опасный объект – окружающая среда». Одним из важных элементов такого анализа является категорирование объектов, создающих опасное облучение, видов и масштабов аварий и катастроф (проектные, запроектные, гипотетические). По важности оценки эффектов Т.о. на первых местах должны находиться гражданские и оборонные объекты с повышенной ядерной и радиационной опасностью: атомные энергетические реакторы, ракетно-космические комплексы с ядерными зарядами, промышленные объекты ядерного топливного цикла, судовые и космические атомные энергетические установки, мощные установки с электромагнитными излучениями, радиоэлектронные передающие и подавляющие установки, электромагнитные ускорители, лазерные непрерывные и импульсные установки, рентгеновские установки промышленного контроля и оборонного назначения. Т.о. может быть внешним и внутренним. Внешнее Т.о. – облучение, когда источники излучения находятся вне облучаемого объекта. Уровень Т.о., получаемого человеком, может быть определен, исходя из значений мощности экспозиционной дозы излучения от физически строго позиционированных источников излучения, геометрическая форма и размеры которых известны. Генетические последствия Т.о. человека могут быть оценены на основе анализа естественной (спонтанной) мутационной изменчивости. Основное значение для предупреждения ЧС, связанных с Т.о., имеют: использование научно-обоснованных систем физической защиты операторов, персонала и населения; разработка нормативно-технической и правовой базы по созданию и функционированию объектов с источниками Т.о. технологического характера; организация и размещение жилых и производственных комплексов вне зон внешнего облучения, превышающего допустимый естественный фон, диагностирование и мониторинг технологических процессов и оборудования, создающих Т.о. Внутреннее Т.о. возникает тогда, когда источники излучения находятся внутри облучаемого организма или техногенного объекта. При избирательном накоплении радиоактивных источников излучения в каких-либо органах или тканях создается их преимущественное внутреннее Т.о.

12. Радиационная безопасность персонала.

Радиационная безопасность персонала обеспечивается:

- ограничениями допуска к работе с источниками излучения по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения и другим показателям;
- знанием и соблюдением правил работы с источниками излучения;
- защитными барьерами, экранами и расстоянием от источников излучения, а также ограничением времени работы с источниками излучения;
- созданием условий труда, отвечающих требованиям НРБ-99/2009 и настоящих Правил;
- применением индивидуальных средств защиты;
- соблюдением установленных контрольных уровней;
- организацией радиационного контроля;
- организацией системы информации о радиационной обстановке;
- проведением эффективных мероприятий по защите персонала при планировании.

13. Радиационная безопасность населения.

Радиационная безопасность населения обеспечивается: созданием условий жизнедеятельности людей, отвечающих требованиям НРБ-99/2009 и настоящих Правил; установлением допустимых уровней воздействия для облучения от техногенных источников излучения; организацией радиационного контроля; эффективностью планирования и проведения мероприятий по радиационной защите в нормальных условиях и в случае радиационной аварии; организацией системы информации о радиационной обстановке.

14. Радиационная безопасность человека при использовании ИИ в народном хозяйстве, науке, медицине.

Радиационная безопасность пациентов при медицинском облучении обеспечивается обоснованием целесообразности рентгенорадиологического исследования или лечебной процедуры; оптимизацией радиационной защиты пациента.

Радиационная безопасность персонала и населения от источников потенциального облучения обеспечивается применением технических мер по снижению вероятности событий, вследствие которых могут быть превышены граничные значения обобщенного риска, установленные НРБ-99/2009, а также мер по минимизации последствий радиационной аварии.

Радиационная безопасность населения на территориях, где вследствие прошлой хозяйственной деятельности или радиационных аварий имеется остаточное радиоактивное загрязнение или источники потенциального облучения, обеспечивается мерами защиты, на основе принципа оптимизации, направленными на локализацию источника, ограничение доступа и/или информирование населения о факторах радиационной опасности.

15. Мероприятия по снижению доз облучения персонала и населения.

При разработке мероприятий по снижению доз облучения персонала и населения следует исходить из следующих основных положений:

- индивидуальные дозы должны снижаться, прежде всего там, где они превышают допустимый уровень облучения;
- мероприятия по коллективной защите людей должны осуществляться в отношении тех источников излучения, где в соответствии с принципом оптимизации достижимо наибольшее снижение коллективной дозы облучения при минимальных затратах;
- снижение доз от каждого источника излучения должно прежде всего достигаться за счет уменьшения облучения критических групп населения для этого источника излучения.

Нормы радиационной безопасности установлены в СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)". Нормы применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения. НРБ-99/2009 устанавливают следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (группы А и Б);
- все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

Группу А составляют лица, работающие с техногенными источниками излучения. В группу Б входят лица, работающие на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных источников. Основные пределы доз и все остальные допустимые производные уровни для персонала группы Б не должны превышать одной четвертой значений для персонала группы А.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:

- 1) *основные пределы доз* (ПД),
- 2) *допустимые уровни монофакторного воздействия* (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз, – пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и др.

Для обеспечения условий, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого, с учетом достигнутого в организации уровня радиационной безопасности администрацией организации дополнительно устанавливаются контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.).

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв. Началом периодов считается 1 января 2000 г. 1

Годовая эффективная доза облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения не должна превышать пределов доз. Под годовой эффективной дозой (для персонала - 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные пять лет, но не более 50 мЗв в год; для населения - 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные пять лет, но не более 5 мЗв в год) понимается сумма эффективной дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Для обеспечения условий, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого, с учетом достигнутого в организации уровня радиационной безопасности администрацией организации дополнительно устанавливаются контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.).

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв. Началом периодов считается 1 января 2000 г. 1

Годовая эффективная доза облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения не должна превышать пределов доз, установленных в табл. 5.4.

Под годовой эффективной дозой понимается сумма эффективной дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

16. Радиочувствительность организма.

Реакция организма на облучение в значительной степени зависит от продолжительности облучения. Поражающее действие ионизирующего излучения возрастает с увеличением дозы и несколько уменьшается, если облучение проводится многократными долями суммарной дозы.

На выраженность биологических реакций может оказывать влияние величина дозы и распределение дозы во времени (мощность дозы и фракционирование).

Наиболее важными для практических целей и уже «стандартизированными» диапазонами доз являются:

- а) Очень малые дозы — до 10 мГр;
- б) Малые дозы — 10–100 мГр;
- в) Средние дозы — 0,1–1 Гр;
- г) Большие дозы — от 1 до 10 Гр включительно;
- д) Очень большие дозы — свыше 10 Гр.

Фракционированное облучение (дробное) – многократное облучение, которое осуществляется несколькими фракциями с промежутками времени между фракциями. Мощность дозы – доза, регистрируемая за единицу времени (секунду, минуту, часы, сутки, год). Показатель интенсивности воздействия ионизирующего излучения. В зависимости от мощности дозы различают:

Острое облучение - однократное кратковременное облучение с высокой мощностью дозы (доли Гр в минуту и выше) биологического объекта.

Пролонгированное (протрагированное) облучение – длительное облучение, продолжающееся в течение многих дней, месяцев с более низкой мощностью дозы (дол Гр в час и ниже).

Хроническое облучение - длительное облучение с низкой мощностью дозы, которое продолжается в течение нескольких месяцев или лет.

Большинство тканей демонстрирует снижение эффекта при пролонгированном и хроническом облучении, а также при фракционировании дозы благодаря процессам восстановления: основными двумя факторами, способствующими этому эффекту, являются репарация сублетальных повреждений ядерной дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и замена клеток с летальными повреждениями путем репопуляции.

17. Стохастические и тканевые радиационные эффекты.

Последствия облучения человека могут проявляться в двух вариантах – тканевые реакции (детерминированные эффекты) и стохастические.

Тканевые реакции (детерминированные соматические эффекты) на организменном уровне определяются двумя факторами: 1) радиочувствительностью тканей, органов и систем, непосредственно подвергающихся облучению; 2) поглощенной дозой излучения и ее распределением во времени. При облучении страдают все органы и ткани, но ведущим для организма является поражение одного или нескольких критических органов. Критический орган - орган, ткань, часть тела, облучение которого в соответствующих условиях причиняет наибольший ущерб здоровью.

К ранним общим тканевым реакциям (детерминированным эффектам) относится острый лучевой синдром (ОЛС) (острая лучевая болезнь) - представляет собой спектр реакций гемопoэтической, желудочно-кишечной, сердечно-сосудистой, центральной нервной систем на действие большой дозы острого облучения всего организма или его части. В зависимости от уровня радиационного

воздействия выделяют костно-мозговую (диапазон доз 1-10 Гр), желудочно-кишечную (диапазон доз 10-20 Гр), токсемическую (диапазон доз 20-50 Гр) и церебральную (дозы выше 50 Гр) формы ОЛС.

Другим общим детерминированным эффектом является хронический лучевой синдром (ХЛС) (хроническая лучевая болезнь). Клинический синдром, возникающий у человека вследствие длительного воздействия радиации в дозах, превышающих пороговые значения для развития тканевых эффектов в критических системах (прежде всего в кроветворной) 0,7 – 1 Гр в год, (суммарная пороговая доза 2 – 3 Гр за период облучения 2 – 3 года), которые характеризуются разнообразными органами нарушениями.

Стохастические (вероятностные) – вызванные ионизирующим излучением биологические эффекты, не имеющие дозового порога возникновения (т.е. реализация стохастических эффектов в соответствии с линейной, беспороговой моделью доза - эффект теоретически возможна при сколь угодно «малой» дозе облучения), вероятность(риск) появления которых повышается с увеличением дозы, а тяжесть проявления не зависит от дозы. Возникают в результате мутагенного действия ионизирующего излучения, когда клетка под действием излучения не погибает, но в ней происходит повреждение генома.

18. Сокращение продолжительности жизни, возникновение злокачественных новообразований.

У больных, перенесших различные формы лучевых поражений, в течение длительного времени могут сохраняться остаточные явления и развиваться отдаленные неопухолевые (функциональные расстройства регуляторных систем, склеротические, дистрофические или гиперпластические изменения тканей) и опухолевые (канцерогенные) отдаленные последствия.

Стохастическим соматическим эффектом облучения являются злокачественные заболевания. В настоящее время не существует методов, позволяющих различать рак, полученный вследствие облучения, и рак, возникающий в результате других причин. Канцерогенез многоступенчатый процесс, в котором можно выделить: 1) инициацию - вхождение нормальной клетки в пренеопластический статус; 2) опухолевую промоцию – повышение роста и развития пренеопластического клона иницированных клеток; 3) злокачественную конверсию – изменение пренеопластического статуса в неопластический; 4) опухолевую прогрессию – более быстрый рост и инвазивные особенности неопластических клеток. Радиация является слабым промотором, ее роль более вероятна в инициации, так как ИИ обладают мутагенным действием.

В рекомендациях МКРЗ на основе данных по заболеваемости и смертности, установлено, что номинальный коэффициент риска с учетом радиационного ущерба для злокачественных новообразований всех локализаций составляет $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ для населения. Это означает, что если 100 тысяч человек с обычным половозрастным распределением получают эффективную дозу 1 мЗв, то у 5 -6 из них через годы или десятилетия онкологические заболевания, вызванные облучением, могут привести к тяжелым последствиям для здоровья.

19. Дозиметрический контроль ионизирующего облучения.

Для лиц должен быть организован индивидуальный дозиметрический контроль. Лица, не работающие непосредственно с радиоактивными материалами, но попадающие на своих рабочих местах в сферу воздействия ионизирующих

излучений, относятся к персоналу группы Б. К персоналу группы Б могут быть отнесены также и лица, эпизодически привлекаемые к работам с радиационными материалами. Годовые дозы

Т.о. для этих категорий персонала не должны превышать пределов доз для персонала групп А и Б, установленных НРБ-99/2009. Для населения годовая эффективная доза Т.о. за счет радиоактивных материалов должна быть 1 мЗв в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год. При возникновении аварии, создающей Т.о., необходимо организовать следующие мероприятия: оценку обстановки в зоне аварии; удаление людей из опасной зоны на необходимое расстояние; принятие мер к нераспространению Т.о.; информирование органов исполнительной власти, осуществляющих государственный надзор и контроль в области обеспечения безопасности; ограждение зоны с заданным радиусом от места аварии в целях исключения возможности доступа в нее посторонних лиц; выявление людей, подвергшихся облучению дозами выше установленных пределов доз; направление облученных лиц на медицинское обследование; разработку плана ликвидации аварии и его осуществления.

20. Действующие в России правила и нормы радиационной безопасности.

1. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010);
2. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-2003);
3. Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99);
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009);
5. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

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 устные вопросы.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончанию учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (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 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 | <p>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.</p> <p>Учитываются ответы на устные вопросы на практических занятиях.</p> |
| 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 занятиях.</p> |

06.04.01 Биология, ОПОП Радиационная биология, ФОС РПД Основы нормирования радиационной безопасности, год набора 2025, 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)

Г.А. Тряпицына

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