

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

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

Отдаленные эффекты радиационного воздействия

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: **Отдаленные эффекты радиационного воздействия**

Семестры изучения: 3

Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «**Отдаленные эффекты радиационного воздействия**» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументировано формулирует собственные суждения и оценки УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации	Знать: Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы, принципы осуществления информационных запросов в поисковых базах данных по теме исследования. Уметь: Для достижения УК-1.2. уметь: систематизировать и обобщать информацию; обрабатывать достаточные объемы информации, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы, вести диалог с оппонентами в рамках дебатов. Владеть: Для достижения УК-1.1. владеть: навыками поиска и обработки специализированной литературы.
ПК-2	Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и	ПК-2.1. Имеет представление об основных экспериментальных и диагностических методах радиобиологии и	Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: термины, понятия и их определение; основные методы поиска и анализа информации; отдаленные эффекты облучения,

	<p>прикладных разделов радиобиологических дисциплин</p>	<p>биофизики ПК-2.4. Применяет: методы математического анализа, методы статистической обработки результатов наблюдений, методы планирования эксперимента; принципы построения математических моделей доза-эффект.</p>	<p>известные пороги доз для реализации эффектов, риски возникновения отдаленных эффектов; терминологию, используемую в дисциплине, дозовые пороги радиочувствительности органов и тканей, способы модификации радиационных повреждений. Уметь: Для достижения ПК-2.4. уметь: анализировать, обобщать и воспринимать информацию, ставить цель и формулировать задачи по её достижению; читать и анализировать научную литературу, структурировать научные тексты, ставить цели, формулировать задачи и делать выводы; использовать полученные знания при планировании исследований. Владеть: Для достижения ПК-2.4. владеть: навыками обработки информации, навыками работы с первичными данными, полученными в исследовании, со статистическими моделями.</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>УК-1</p> <p>Знать: Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы, принципы осуществления информационных запросов в поисковых базах данных по теме исследования.</p> <p>Уметь: Для достижения УК-1.2. уметь: систематизировать и обобщать информацию; обрабатывать достаточные объемы информации, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы, вести диалог с оппонентами в рамках дебатов.</p> <p>Владеть: Для достижения УК-1.1. владеть: навыками поиска и обработки специализированной литературы.</p>	<p>1. Представление об отдаленных последствиях радиационного воздействия.</p> <p>2. Соматические отдаленные эффекты радиационного воздействия.</p> <p>3. Генетические отдаленные эффекты радиационного воздействия.</p>	Устный опрос, реферат	Вопросы к экзамену №1-19
---	---	---	-----------------------	--------------------------

2	<p>ПК-2 Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: термины, понятия и их определение; основные методы поиска и анализа информации; отдаленные эффекты облучения, известные пороги доз для реализации эффектов, риски возникновения отдаленных эффектов; терминологию, используемую в дисциплине, дозовые пороги радиочувствительности органов и тканей, способы модификации радиационных повреждений. Уметь: Для достижения ПК-2.4. уметь: анализировать, обобщать и воспринимать информацию, ставить цель и формулировать задачи по её достижению; читать и анализировать научную литературу, структурировать научные тексты, ставить цели, формулировать задачи и делать выводы; использовать полученные знания при планировании исследований. Владеть: Для достижения ПК-2.4. владеть: навыками обработки информации, навыками работы с первичными данными, полученными в исследовании, со статистическими моделями.</p>	<p>1. Представление об отдаленных последствиях радиационного воздействия. 2. Соматические отдаленные эффекты радиационного воздействия. 3. Генетические отдаленные эффекты радиационного воздействия.</p>	Устный опрос, реферат	Вопросы к экзамену №1-19
---	---	---	-----------------------	--------------------------

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 экзамена.

Теоретические вопросы к экзамену «Отдаленные эффекты радиационного воздействия»

1. Понятие об отдаленных эффектах радиации. Ранние и отдаленные эффекты радиации. Историческое становление терминов.

Ответ: В 1960-х годах классификация воздействий радиации, включавшей две основные категории: «острые» и «отдаленные» эффекты. Другим результатом была разработка в середине 1970-х принципа оптимизации с целью приведения в соответствие требования о соблюдении необходимых мер предосторожности в связи с неопределенностью характера зависимости «отдаленных» эффектов облучения от низких доз, а также с целью поддержания стабильного развития направления исследований, которые являются полезными в социальном плане с учетом полученных результатов. Введение разграничения между нестохастическими и стохастическими эффектами, заменившими категории «острые» и «отдаленные» эффекты (ICRP, 1977), а также разграничение между ранними и отдаленными эффектами для нестохастических эффектов (ICRP, 1984). Следующим шагом было введение термина «детерминированный» взамен термина «нестохастический» (ICRP, 1991). Позже Комиссия ввела термин «тканевые реакции» взамен термина «детерминированные эффекты» (последний мог использоваться в качестве синонима) (ICRP, 2007). В настоящее время признано, что как ранние, так и отдаленные тканевые реакции не обязательно являются предопределенными, они могут быть изменены после облучения путем применения различных модификаторов биологического ответа. Поэтому считается предпочтительным обозначать эти эффекты термином «ранние» или «поздние» реакции тканей или органов.

2. Классификация отдаленных эффектов.

Ответ: 1) Соматические (телесные) – возникающие в организме человека, который подвергался облучению. Снижение продолжительности жизни, катаракта. Радиационный канцерогенез. 2) Генетические - связанные с повреждением генетического аппарата и проявляющиеся в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки человека, подвергшегося облучению.

3. Особенности дозиметрической терминологии при описании отдаленных эффектов.

Ответ: В соответствии с конвенцией, принятой МКРЗ, дозы облучения, индуцирующие реакции тканей (детерминированные эффекты), должны быть обозначены в греях (Гр) или во взвешенных дозах относительной биологической эффективности (ОБЭД) (Гр), а не в зивертах (Зв), которые должны использоваться для обозначения стохастических эффектов. МКРЗ заявляет, что «величины “эквивалентная доза” и “эффективная доза”, и их единицы, обозначенные термином “зиверт” (Зв), не должны использоваться в количественных расчетах доз облучения или при определении необходимости применения каких-либо методов лечения в ситуациях, связанных с наличием тканевых реакций. В общем, в таких случаях дозы должны быть выражены в виде поглощенных доз в греях (Гр), а если рассматривается облучение с высокой ЛПЭ (например, нейтроны или альфа-частицы), может применяться ОБЭ-взвешенная доза, ОБЭД (Гр)»(МКРЗ, 2007). Следует признать, что во многих случаях в литературе дозы указываются в Зв или мЗв ввиду их ранее закрепившегося употребления в профессиональной среде. Кроме того, следует иметь в виду тот факт, что применимость пороговой модели для конкретных конечных точек катаракты и заболеваний системы кровообращения остается сомнительной. В отношении радиации с низкой ЛПЭ также должны использоваться обе эти единицы измерения для обозначения соответствующих величин.

4. Механизмы реализации отдаленных последствий.

Ответ: Соматические отдаленные последствия отождествляют с изменениями, происходящими при естественном старении из-за феменологического сходства этих явлений. Наличие общебиологических молекулярно-клеточных изменений. Важную роль

играет соматический мутагенез и нарушения обмена веществ. Эффекты, вызывающие клеточную гибель, имеют значение для патогенеза последствий – утрата камбиального резерва. Стойкие нарушения функций. Нелетальные наследственные изменения.

5. Связь острых и отдаленных эффектов.

Ответ: Начальные изменения, составляющие основу отдаленной патологии, как правило, могут не иметь значения в проявлениях острого лучевого синдрома, так как для пролиферативно стабильных тканей в острый период изменения могут быть бесследны. Для проявления острых реакций важны закономерности гибели клеток, для отдаленных – клетки, которые выживают после облучения.

6. Радиационно-индуцированная нестабильность генома.

Ответ: Под радиационно-индуцированной нестабильностью генома (РИНГ) понимают феномен, заключающийся в повышении вероятности возникновения генетических дефектов у потомков облученных клеток. Признаки: • Отсроченная репродуктивная гибель и апоптоз • Дестабилизация хромосом у потомков облученных клеток • Соматические мутации (точковые) • Изменение радиочувствительности • Отсроченное подавление пролиферации • Онкогенная трансформация

Вопросы: Что эти клетки являются потомками исходно облученной родительской популяции. Что обнаруженные изменения не произошли в подвергавшихся радиационному воздействию клетках-прародителях (то есть, появляются *de novo*, заново) и что эти изменения неклонированы. Только тогда можно говорить о РИНГ в строгом смысле. Гипотезы о механизмах формирования радиационно-индуцированной нестабильности генома. Эпигенетический механизм изменения генома. Ошибочно репарированные повреждения геномной структуры ДНК в облученной популяции родительских клеток. Постоянно увеличенный внутриклеточный уровень активных форм кислорода у потомков исходно облученной клеточной популяции. Нарушения структуры теломер.

7. Понятие об опосредованных и дистанционных эффектах.

Ответ: В облученном организме наряду с непосредственными радиационными повреждениями одних тканей, органов и систем возникают реактивные (или взаимосвязанные), опосредованные изменения в других системах, которые не подвергались непосредственному радиационному воздействию. Опосредованное действие излучений называют дистанционным, поскольку во многих случаях регистрируемые эффекты проявляются вне облученных тканей. Однако эти понятия нельзя считать синонимами. Их значения могут совпадать, если рассматривать изменения вне облученного поля, так как в этом случае опосредованное влияние одновременно является и дистанционным. Повреждение же облученных клеток и тканей может быть не только непосредственным, но и опосредованным, или является интегральной реакцией, включающей дистанционное влияние в качестве одного из компонентов.

8. Эффект свидетеля.

Ответ: Это способность поврежденных клеток вызывать/передавать биологические эффекты в соседних клетках, которые не подвергались действию поражающего фактора. «Эффект свидетеля» не зависит линейно от дозы облучения. Для α -частиц максимальный эффект отмечен при дозах около 50 мГр; с повышением дозы степень выраженности снижается (поскольку увеличивается доля пораженных мишеней). «Эффект свидетеля» может быть обусловлен по крайней мере двумя механизмами:

- 1) Межклеточными контактами («gap junction»), включающими Trp53-опосредуемый путь проведения сигнала повреждения.
- 2) Другой механизм, не обусловленный непосредственными межклеточными

контактами, может быть связан с секрецией биологически активных факторов в культуральную среду и схож с действием цитокинов.

9. Абскопальный эффект.

Ответ: Абскопальные эффекты изучаются преимущественно в моделях канцерогенеза и при изучении эффективности лучевой терапии. Заключается в том, что локальное облучение тканей в одном месте тела может вызывать повреждения в клетках и тканях в другом месте, которое не подвергалось радиационному воздействию. При дистанционных эффектах значимую роль играет иммунная система. Для того, чтобы составить представление о том, как происходит передача сигнала, какие молекулы задействованы проводятся биоинформационные исследования и метаанализы.

10. Радиационно-индуцированный канцерогенез. Риск развития рака. Дозовые зависимости. Роль наследственности.

Ответ: Опухоли костей чаще всего возникают при локальном облучении и имеет пороговый характер возникновения остеосарком. По мнению разных авторов называются две цифры – 10 и 12 Гр – это минимальные остеосаркомные дозы. Частота возникновения опухолей при местном облучении возрастает с увеличением поглощённой дозы. Кривая, отражающая эту зависимость, имеет сигмоидную форму (для остеогенных сарком). Для лейкозов кривая имеет максимум в области 3 Гр. Уменьшение частоты лейкозов при более высоких дозах объясняется как следствие радиационной гибели или стерилизации клеток, подвергшихся малигнизации. Также в экспериментах установлено, что частота отдельных форм лейкозов значительно варьирует у животных разных линий, что свидетельствует о влиянии на этот процесс факторов нерадиационной природы. Особое место в структуре показателей количественной оценки состояния канцерогенной ситуации занимает определение риска, т.е. количественного выражения прогностических оценок тех или иных стохастических событий, которыми может сопровождаться радиационное воздействие.

11. Нераковые отдаленные последствия облучения. Катаракта.

Ответ: Хрусталик глаза является одной из наиболее радиочувствительных тканей организма. При сравнении радиочувствительности различных тканей глаза детектируемые изменения хрусталика отмечаются в диапазоне доз 0,2–0,5 Гр, тогда как другие виды глазной патологии в других тканях развиваются при остром или фракционированном облучении в диапазоне 5–20 Гр. Современные рекомендации по глазным заболеваниям основаны на идее о том, что катарактогенез является детерминированным процессом, требующим пороговой дозы для развития помутнения хрусталика. МКРЗ опубликовал величины пороговых доз для детектируемых помутнений, включая 5 Зв для хронического облучения и 0,5–2,0 Зв для острого.

12. Отдаленные эффекты радиационного воздействия у жителей р. Теча.

Ответ: Кроветворение и иммунитет обладают хорошими компенсаторно-восстановительными возможностями. Физиологическая репарация является достаточной для обеспечения нормальной функции гемопоэза. Сохраняются цитогенетические маркеры радиационного воздействия. Повышенная частота солидных новообразований и лейкозов.

13. Отдаленные эффекты радиационного воздействия у населения, пострадавших при аварии на ЧАЭС.

Ответ: Сохраняются цитогенетические маркеры радиационного воздействия. Рак щитовидной железы у детей.

14. Генетические эффекты радиационного воздействия в популяциях облученных людей. Риск наследственных эффектов. Исследования, проведенные на

когорте пожизненного наблюдения Хиросимы и Нагасаки, пострадавших при аварии на ЧАЭС, жителей радиационно-загрязнённых территорий р. Теча.

Ответ: Генетические эффекты выявляются когортными методами и в настоящее время нет убедительных данных о повышении частоты мутаций у потомков облученных людей, что связано с недостатками метода. Риски наследственных эффектов рассчитан на основании опытов с животными.

15. Генетические эффекты радиационного воздействия в экспериментах. Наследственные эффекты радиационного воздействия у различных видов животных.

Ответ: У животных генетические эффекты зарегистрированы, что вероятно связано с экологической стратегией их жизни. Обнаружить их можно в экспериментах с выявлением доминантно-летальных мутаций и мутаций, снижающих жизнеспособность.

16. Предполагаемые механизмы индукции и передачи радиационно-индуцированных генетических эффектов.

Ответ: Мутационный процесс в зародышевых клетках родителей. Этому могут способствовать ошибки ферментов репарации, и следовательно, образование генных и хромосомных мутаций.

17. Риски генетических эффектов радиационного воздействия в популяциях облученных людей.

Ответ: До 4% населения имеют наследственные аномалии генной природы и около 0,5% новорожденных – нарушения хромосомного набора. В общем числе наследственных больных большой процент составляют носители вновь возникших мутаций. В зародышевых клетках интенсивность мутационного процесса обычно рассчитывается на одно поколение. Структурные и количественные ошибки в человеческих хромосомах составляют основную часть радиационно-индуцированного генетического повреждения. Даже значительная доля локуспецифических или точковых мутаций предположительно является результатом хромосомных микроделений. Риски представлены в отчетах НК-ДАР ООН.

18. Методы, позволяющие обнаружить генетические эффекты облучения у животных и людей.

Ответ: У человека: фенотипические и популяционные. Фенотипические методы основаны на учете частоты определенных фенотипов, вызываемых специфическими мутациями. Популяционный основан на определении средней частоты мутаций на locus на основании эффекта инбридинга, обусловленного повышенной смертностью потомства от таких браков. На основании этого метода рассчитывают так называемый летальный эквивалент на гамету. У животных: оценивают частоту летальных доминантных мутаций, рецессивные мутации и мутации, снижающие жизнеспособность.

19. Последствия облучения эмбриона и плода в популяциях людей. Влияние облучения эмбриона и плода на постнатальное развитие детей. Исследования на когорте Хиросимы и Нагасаки, пострадавших при аварии на ЧАЭС, детей медицинских работников.

Ответ: Организм эмбриона и плода обладает крайне высокой радиочувствительностью. Облучение в этот период даже в незначительных дозах вызывает тератогенные эффекты в виде различных пороков развития, задержки умственного развития и уродств. Вероятность появления конкретных тератогенных эффектов зависит от стадии эмбрионального развития, на котором произошло облучение. Облучение эмбриона увеличивает спонтанный уровень детского рака (в первые 10-15 лет жизни. Диагностическое применение ИИ в период беременности должно производиться только в исключительных случаях по строгим медицинским показателям.)

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 опросы на практических занятиях и выполнение рефератов.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончанию учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (устный опрос, реферат). 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 экзамена по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1. Критерии оценивания теоретического опроса

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

Оценка	Критерии оценки знаний студентов
Отлично	Студент глубоко и полно владеет содержанием учебно-программного материала; исчерпывающе, последовательно, корректно и логически стройно его излагает не затрудняясь с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, показывает знания монографического материала. правильно обосновывает принятие решения; владеет навыками и приемами выполнения практических работ; обнаруживает умение самостоятельно ставить задачи, обобщать и излагать материал, формулировать выводы; при изложении материала осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.
Хорошо	Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной и полнотой; в ответе на вопрос не допускает существенных неточностей; может правильно применить теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических задач.
Удовлетворительно	Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Неудовлетворительно	Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствует логика в изложении материала, с большими затруднениями выполняет практические задания, отсутствуют межпредметные связи.
---------------------	--

