

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.09.2026 10:02:40
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bf098f3b6cb77a486b9a8788b8322337



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1	стр. 1 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

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

Спецглавы радиобиологии

**Направление подготовки (специальность)
06.03.01 Биология**

**Направленность (профиль)
Биология**

**Присваиваемая квалификация
Бакалавр**

**Форма обучения
очная**

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».		
Версия документа - 1	стр. 2 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Направление 06.03.01 Биология, направленность (профиль) Биология, фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине: «Спецглавы радиобиологии», год набора 2026, форма обучения очная

Утвержден:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026

А.А. Саламатов

Согласован:

Ученым советом факультета биологического

Протокол заседания от «27» февраля 2026г. №8

Председатель Ученого совета

факультета биологического согласовано

Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры радиационной биологии

Протокол заседания от «20» февраля 2026г. № 7

Заведующий кафедрой

согласовано

А. В. Аклеев

Автор (составитель)

Ю.Р. Ахмадуллина

Структура фонда оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об утверждении шаблонов документов».

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 3 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 4 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: **06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) Биология

Дисциплина **Спецглавы радиобиологии**

Семестр(ы) изучения: 6

Форма (ы) промежуточной аттестации: экзамен

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Спецглавы радиобиологии» направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
К-1 Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов	ПК-1.1. Применяет принципы анализа информации, принципы работы современной аппаратуры и вычислительных средств. ПК-1.2. Использует теоретические знания в лабораторной работе. ПК-1.3. Составляет научно-техническую документацию.	Знать: Для достижения ПК-1.1. знать: журналы и сборники по радиобиологии; статистические программы. Уметь: Для достижения ПК-1.2. уметь: формулировать и решать практические и научные задачи, предполагающие знание дисциплины; корректно использовать термины и понятия; пользоваться источниками учебной, научной и справочной литературы для пополнения полученных знаний и их анализа. Для достижения ПК-1.3. уметь: составлять отчеты, план статьи, писать аннотацию статьи. Владеть: Для достижения ПК-1.3. владеть: методами поиска информации и работы с ней.
ПК-2 Способен применять знания и методы различных отраслей биологической науки для решения профессиональных	ПК-2.1. Обладает знаниями о фундаментальных основах различных отраслей биологической науки. ПК-2.2. Использует знания основ строения и функционирования биологических систем различного уровня организации при решении	Знать: Для достижения ПК-2.1. знать: радиобиологические термины и понятия, физические и дозиметрические характеристики различных видов ионизирующей радиации и особенности их взаимодействия с веществом;



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы
радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 5 из 22

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

задач при изучении биологических систем разного уровня организации.	профессиональных задач.	основные последствия действия ионизирующих излучений на клеточные структуры и организм в разные периоды онтогенеза; критерии сравнительной радиочувствительности; основные современные представления и гипотезы о механизмах биологического действия ионизирующих излучений. Уметь: Для достижения ПК-2.1. уметь: пользоваться источниками учебной, научной и справочной литературы для пополнения полученных знаний и их анализа. Владеть: Для достижения ПК-2.2. владеть: навыками статистического анализа полученных в исследованиях данных.
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач. УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач.	Знать: Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы. Уметь: Для достижения УК-1.1. уметь: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы. 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 работы в электронных базах данных. Для достижения УК-1.2. владеть: навыками поиска и обработки специализированной литературы.
ПК-1 Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической	ПК-1.2. Использует теоретические знания в лабораторной работе.	Знать: Для достижения ПК-1.2. знать: строение клеток, клеточных структур, нуклеиновых кислот, основные методы генетики, молекулярной биологии, принципы устройства современных диагностических лабораторий, основные достижения генетики,

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 6 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов		молекулярной биологии, биохимии, принципы работы основного лабораторного оборудования (полуавтоматического и автоматического), основные методы исследования, применяемые в молекулярной генетике, биохимии, молекулярной биологии. Уметь: Для достижения ПК-1.2. уметь: применять знания о строении клеток и клеточных структур на практических занятиях, использовать знания принципов методов диагностики (ИФА, ПЦР и т.д.) на практике, пользоваться инструкциями к лабораторным приборам, протоколами методик. Владеть: Для достижения ПК-1.2. владеть: навыками работы с микроскопом, лабораторным оборудованием, навыками работы на дорогостоящем автоматическом и полуавтоматическом оборудовании, навыками работы с исследовательскими методиками.
---	--	---

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ПК-1 Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и	Знать: журналы и сборники по радиобиологии; статистические программы. Уметь: формулировать и решать практические и научные задачи, предполагающие знание дисциплины; корректно использовать термины и понятия; составлять отчеты, план статьи, писать	1. Физическая характеристика ИИ. 2. Относительная биологическая эффективность ИИ. 3. Методы оценки радиочувствительности. 4. Модификация радиочувствительности. 5. Комбинированное действие ИИ с другими агентами. 6. Радиационно-индуцированный канцерогенез.	6	1-5	Задания закрытого типа на установление последовательности
			6	6-10	Задания закрытого типа на установление соответствия
			6	11-15	Задания закрытого типа с кратким ответом



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы
радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 7 из 22

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

отчетов	аннотацию статьи. Владеть: методами поиска информации и работы с ней.				
ПК-2 Способен применять знания и методы различных отраслей биологической науки для решения профессиональн ых задач при изучении биологических систем разного уровня организации.	Знать: радиобиологически е термины и понятия, физические и дозиметрические характеристики различных видов ИИ и особенности их взаимодействия с веществом; основные последствия действия ИИ на клеточные структуры и организм; критерии сравнительной радиочувствительно сти; основные современные представления и гипотезы о механизмах биологического действия ИИ. Уметь: пользоваться источниками учебной, научной и справочной литературы для пополнения полученных знаний и их анализа. Владеть: навыками статистического анализа полученных в исследованиях данных.	1. Физическая характеристика ИИ. 2. Относительная биологическая эффективность ИИ. 3. Методы оценки радиочувствительнос ти. 4. Модификация радиочувствительнос ти. 5. Комбинированное действие ИИ с другими агентами. 6. Радиационно- индуцированный канцерогенез.	6	16-20	Задания открытого типа с кратким ответом
			6	21-25	Задания открытого типа с развёрнутым ответом

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.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».		
Версия документа - 1	стр. 8 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3.2 Содержание оценочных средств

Часть 1. База тестовых вопросов закрытого типа

Задание 1 (Задание закрытого типа на установление последовательности)

Расположите в правильном порядке этапы передачи энергии электромагнитного ионизирующего излучения веществу в процессе фотоэлектрического эффекта.

Появление свободных электронов с кинетической энергией.

Взаимодействие падающего кванта с электроном внутренней оболочки атома.

Полное поглощение энергии кванта веществом.

Вылет электрона из атома.

Задание 2 (Задание закрытого типа на установление последовательности)

Установите последовательность событий при формировании радиационно-индуцированного повреждения клетки в рамках модели «мишени».

Передача энергии ионизирующего излучения молекуле-мишени (ДНК).

Возникновение летального повреждения (нерепарируемый разрыв).

Ионизация и возбуждение атомов в структуре ДНК.

Гибель клетки или потеря ее клоногенной способности.

Задание 3 (Задание закрытого типа на установление последовательности)

Расположите в хронологическом порядке этапы развития радиационно-индуцированного канцерогенеза (в рамках концепции «инициация-промоция-прогрессия»).

Прогрессия опухоли – автономный рост и формирование злокачественного фенотипа.

Воздействие иницирующего агента (радиации) на клетку-мишень.

Формирование клона иницированных клеток.

Длительное воздействие промоторов, стимулирующих пролиферацию иницированных клеток.

Задание 4 (Задание закрытого типа на установление последовательности)

Установите правильную последовательность процессов, происходящих при комбинированном действии ионизирующего излучения и гипертермии.

Денатурация и агрегация белков, нарушение структуры мембран.

Повышение радиочувствительности клеток.

Снижение эффективности репарации ДНК.

Увеличение количества летальных повреждений при фиксированной дозе облучения.

Задание 5 (Задание закрытого типа на установление последовательности)

Расположите виды ионизирующих излучений в порядке возрастания их линейной передачи энергии (ЛПЭ).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 9 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Рентгеновское излучение.

Альфа-частицы.

Быстрые электроны (бета-частицы).

Протоны с энергией 100 МэВ.

Задание 6 (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между типом излучения и его источником.

Тип излучения Источник излучения

- | | |
|---------------------------------------|---|
| А) Гамма-излучение | 1. Линейный ускоритель электронов |
| Б) Тормозное рентгеновское излучение | 2. Распад ядер изотопа ^{60}Co |
| В) Альфа-излучение | 3. Радиоактивный распад ^{210}Po |
| Г) Бета-излучение (быстрые электроны) | 4. Распад ядер изотопа ^{90}Sr |

Задание 7 (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между видом эффекта комбинированного действия и его характеристикой.

Эффект комбинированного действия Характеристика

- | | |
|-----------------|---|
| А) Аддитивность | 1. Совместный эффект меньше суммы эффектов каждого агента по отдельности. |
| Б) Антагонизм | 2. Совместный эффект равен сумме эффектов каждого агента по отдельности. |
| В) Синергизм | 3. Совместный эффект больше суммы эффектов каждого агента по отдельности. |

Задание 8 (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между типом хромосомной аберрации и фазой клеточного цикла, в которой возникает повреждение.

Тип аберрации Фаза клеточного цикла

- | | |
|---|--|
| А) Хромосомные аберрации (дицентрики, кольца) | 1. В постсинтетической (G2) или митотической (M) фазе |
| Б) Хроматидные аберрации (разрывы хроматид) | 2. В пресинтетической (G1) или ранней синтетической (S) фазе |

Задание 9 (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между механизмом передачи энергии и видом излучения, для которого он наиболее характерен.

Механизм передачи энергии Вид излучения

- | | |
|-------------------------------|--|
| А) Фотоэлектрический эффект | 1. Нейтронное излучение |
| Б) Комптон-эффект | 2. Гамма-излучение высокой энергии (>1 МэВ) |
| В) Эффект образования пар | 3. Длинноволновое рентгеновское излучение |
| Г) Упругое рассеяние на ядрах | 4. Гамма-излучение средней энергии (0.1-1 МэВ) |

Задание 10 (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между параметром кривой «доза-эффект» и его радиобиологическим значением.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 10 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Параметр Радиобиологическое значение

А) D0 (доза, при которой выживает 37% клеток) 1. Характеризует ширину плеча кривой, способность клеток к накоплению и репарации сублетальных повреждений.

Б) Dq (квазипороговая доза) 2. Характеризует радиочувствительность клеток (летальная доза).

В) n (экстраполяционное число) 3. Доза, при которой линейный и квадратичный компоненты гибели равны.

Г) Отношение α/β 4. Показывает число мишеней в клетке.

Задание 11 (Задание закрытого типа с кратким ответом)

Что такое ЛПЭ (линейная передача энергии) и в каких единицах она измеряется?

Ответ: _____

Задание 12 (Задание закрытого типа с кратким ответом)

Как называется доза излучения, вызывающая гибель 50% облученных организмов?

Ответ: _____

Задание 13 (Задание закрытого типа с кратким ответом)

Какой процесс в клетке характеризует «плечо» на кривой выживаемости (например, для редкоионизирующих излучений)?

Ответ: _____

Задание 14 (Задание закрытого типа с кратким ответом)

Что является основной мишенью для повреждающего действия ионизирующей радиации на клеточном уровне?

Ответ: _____

Задание 15 (Задание закрытого типа с кратким ответом)

Как называется тест для оценки радиочувствительности гемопоэтических стволовых клеток *in vivo*, основанный на подсчете колоний в селезенке?

Ответ: _____

Часть 2. База тестовых вопросов открытого типа (задания 16-25)

Задание 16 (Задание открытого типа с кратким ответом)

Вставьте пропущенный термин.

Способность биологического объекта определенным образом реагировать на ионизирующее излучение называется _____.

Задание 17 (Задание открытого типа с кратким ответом)

Дополните предложение.

При облучении клеток в дозе 2 Гр, показатель выживаемости, который используют для сравнительной оценки радиочувствительности, обозначают как _____.

Задание 18 (Задание открытого типа с кратким ответом)

Впишите правильный ответ.

Злокачественное новообразование, возникающее в результате воздействия ионизирующего излучения, характеризуется признаками: автономность роста, инвазия, метастазирование и _____.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 11 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Задание 19 (Задание открытого типа с кратким ответом)

Ответьте «да» или «нет».

Зависит ли относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучения от величины мощности дозы?

Ответ: _____

Задание 20 (Задание открытого типа с кратким ответом)

Вставьте пропущенное слово.

При комбинированном действии ионизирующего излучения и химического вещества, эффект которого меньше суммы эффектов каждого агента по отдельности, наблюдается _____.

Задание 21 (Задание открытого типа с развёрнутым ответом)

Опишите механизм фотоэлектрического эффекта и его значение для передачи энергии рентгеновского и гамма-излучения веществу. В чем состоит отличие фотоэффекта от комптон-эффекта?

Задание 22 (Задание открытого типа с развёрнутым ответом)

Раскройте понятие «относительная биологическая эффективность» (ОБЭ) ионизирующих излучений. Какие факторы влияют на величину ОБЭ и как она связана с линейной передачей энергии (ЛПЭ)?

Задание 23 (Задание открытого типа с развёрнутым ответом)

Охарактеризуйте метод оценки выживаемости клеток с помощью их клоногенного потенциала *in vitro*. Что такое SF2 и как этот показатель используется в радиобиологии?

Задание 24 (Задание открытого типа с развёрнутым ответом)

Опишите основные этапы (стадии) химического и радиационного канцерогенеза. Дайте характеристику процессов инициации, промоции и прогрессии. В чем заключается роль онкогенов и генов-супрессоров опухолей?

Задание 25 (Задание открытого типа с развёрнутым ответом)

Дайте сравнительную характеристику редко- и плотноионизирующих излучений с точки зрения их биологического действия. Приведите примеры таких излучений. Опишите особенности кривых выживаемости клеток при воздействии этих излучений и объясните различия.

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Экзамен состоит из 3-х частей.

1 часть – студент решает 15 тестовых вопросов закрытого типа (задания 1-15).

Тестовые вопросы сформированы по трем типам: на установление последовательности (задания 1-5), на установление соответствия (задания 6-10) и с кратким ответом (задания 11-15). Вопросы выбираются случайным образом.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».		
Версия документа - 1	стр. 12 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Продолжительность – 40 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий 1-й части – 45 баллов (по 3 балла за каждое верно выполненное задание).

2 часть – студент решает 5 тестовых вопросов открытого типа с кратким ответом (задания 16-20), которые не предполагают вариантов ответа, правильный ответ требуется написать самостоятельно. Вопросы выбираются случайным образом. Продолжительность – 20 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий 2-й части – 25 баллов (по 5 баллов за каждое верно выполненное задание).

3 часть – студент дает развернутый письменный ответ на 5 экзаменационных вопросов открытого типа (задания 21-25), выбранных случайным образом. Продолжительность – 60 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий 3-й части – 30 баллов (по 6 баллов за каждый полный и правильный ответ).

Всего заданий – 25. Максимальный балл – 100 баллов.

Шкала перевода баллов в оценку:

0-49 баллов – неудовлетворительно (оценка 2);

50-69 баллов – удовлетворительно (оценка 3);

70-90 баллов – хорошо (оценка 4);

91-100 баллов – отлично (оценка 5).

Общее время выполнения работы – 2 часа.

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

Дополнительные материалы и оборудование:

При выполнении заданий промежуточной аттестации экзаменуемый имеет право пользоваться:



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы
радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 13 из 22

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

непрограммируемым калькулятором;
таблицей физических величин.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Ключи и критерии к оцениванию задания

№ задания	Верный ответ	Критерии
№ задания	Верный ответ/Ключ	Критерии
1	2-3-1-4	3 б – полная правильная последовательность; 0 б – остальные случаи.
2	3-1-2-4	3 б – полная правильная последовательность; 0 б – остальные случаи.
3	2-3-4-1	3 б – полная правильная последовательность; 0 б – остальные случаи.
4	1-3-4-2	3 б – полная правильная последовательность; 0 б – остальные случаи.
5	1-3-4-2	3 б – полная правильная последовательность; 0 б – остальные случаи.
6	А-2, Б-1, В-3, Г-4	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
7	А-2, Б-1, В-3	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
8	А-2, Б-1	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
9	А-3, Б-4, В-2, Г-1	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
10	А-2, Б-1, В-4, Г-3	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
11	Энергия, переданная заряженной частицей на единице длины ее пробега в веществе; кэВ/мкм.	3 б – правильное полное определение и единицы измерения; 0 б – остальные случаи.
12	ЛД50 (или полулетальная доза)	3 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
13	Репарация сублетальных повреждений (или накопление и восстановление сублетальных повреждений)	3 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
14	ДНК (молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты)	3 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
15	Экзоколониальный тест (или метод Тилла и Мак- Куллоха)	3 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.



16	радиочувствительностью	5 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
17	SF2	5 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
18	бессмертие (или неограниченный рост, или потеря контактного торможения)	5 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
19	да	5 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.
20	антагонизм	5 б – правильный ответ; 0 б – остальные случаи.

Детализированные эталонные ответы и критерии для заданий 21-25

1. Задание 21 (Вопрос: Механизм фотоэлектрического эффекта)

Эталонный ответ:

Фотоэлектрический эффект (фотоэффект) — это процесс взаимодействия фотона электромагнитного излучения с веществом, при котором вся энергия фотона полностью поглощается атомом. Это приводит к выбиванию электрона с одной из внутренних оболочек атома (K, L или M). Освободившийся электрон, называемый фотоэлектроном, уносит с собой кинетическую энергию, равную разности между энергией падающего фотона ($E = h\nu$) и энергией связи этого электрона в атоме (работа выхода).

Этот механизм является доминирующим для рентгеновского излучения с относительно низкой энергией (до ~100 кэВ) и для гамма-излучения очень низких энергий. Вероятность фотоэффекта резко возрастает с увеличением атомного номера вещества (пропорциональна $Z^3 \sim Z^4$) и быстро убывает с ростом энергии фотона (пропорциональна $E^{-3.5}$).

Основное отличие от комптон-эффекта:

2. Поглощение энергии: При фотоэффекте фотон поглощается полностью, а при комптон-эффекте он рассеивается, теряя лишь часть своей энергии.
3. Взаимодействие: Фотоэффект происходит на связанных электронах внутренних оболочек. Комптон-эффект происходит на свободных или слабо связанных электронах внешних оболочек.
4. Продукты: При фотоэффекте образуется только один фотоэлектрон и ионизированный атом. При комптон-эффекте образуется рассеянный фотон и электрон отдачи.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».		
Версия документа - 1	стр. 15 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Критерии оценки задания 21 (макс. 6 баллов):

- 6 баллов (Отлично): Ответ полностью раскрывает суть фотоэффекта. Верно указана зависимость от энергии и атомного номера. Проведено полное и корректное сравнение с комптон-эффектом по всем трем ключевым пунктам. Логика изложения безупречна, демонстрируется глубокое понимание процесса.
- 4 балла (Хорошо): Суть фотоэффекта раскрыта, но есть незначительные неточности (например, в формулировке зависимости вероятности). Сравнение с комптон-эффектом проведено, но не по всем пунктам или не достаточно развернуто. В целом ответ правильный, логичный.
- 2 балла (Удовлетворительно): Дано общее, поверхностное представление о фотоэффекте. Допущены грубые ошибки (например, утверждение, что фотоэффект происходит на свободных электронах). Сравнение с комптон-эффектом отсутствует или приведено неверно. Логика изложения нарушена.
- 0 баллов (Неудовлетворительно): Ответ не дан, или его содержание полностью неверно и не соответствует теме вопроса.

5. Задание 22 (Вопрос: Относительная биологическая эффективность, ОБЭ)

Эталонный ответ:

Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) — это безразмерный коэффициент, показывающий, во сколько раз биологическая эффективность данного вида излучения отличается от эффективности стандартного излучения. За стандарт обычно принимают рентгеновское или гамма-излучение с энергией 180-250 кэВ. ОБЭ определяется как отношение дозы стандартного излучения к дозе данного излучения, вызывающих один и тот же биологический эффект.

Связь с ЛПЭ: ОБЭ напрямую связана с плотностью ионизации, которую характеризует линейная передача энергии (ЛПЭ). С ростом ЛПЭ (например, при переходе от рентгеновских лучей к альфа-частицам) биологическая эффективность, как правило, возрастает. Однако эта зависимость нелинейна и имеет максимум (при ЛПЭ ~100

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 16 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

кэВ/мкм). При дальнейшем росте ЛПЭ ОБЭ снижается, так как чрезмерно высокая плотность ионизации приводит к «растрате» энергии на повреждения, не приводящие к гибели клетки (эффект «сверхлетального поражения»).

Факторы, влияющие на ОБЭ:

1. Вид излучения и его ЛПЭ: Прямая корреляция до определенного предела.
2. Условия облучения: Величина и мощность дозы, режим фракционирования. При снижении мощности дозы или использовании дробного облучения ОБЭ для редкоионизирующих излучений снижается (за счет репарации), а для плотноионизирующих — практически не меняется.
3. Кислородный эффект: Для редкоионизирующих излучений ОБЭ значительно выше в присутствии кислорода (кислородный эффект). Для плотноионизирующих излучений, таких как альфа-частицы или нейтроны, кислородный эффект выражен слабо.

Критерии оценки задания 22 (макс. 6 баллов):

- 6 баллов (Отлично): Дано четкое определение ОБЭ. Подробно и корректно описана связь с ЛПЭ с упоминанием о максимальном значении. Перечислены и раскрыты как минимум три фактора, влияющих на ОБЭ (вид излучения, условия облучения, кислородный эффект). Ответ структурирован, логичен, демонстрирует системное понимание концепции.
- 4 балла (Хорошо): Определение ОБЭ дано верно. Связь с ЛПЭ описана, но в упрощенном виде (без объяснения максимума). Факторы перечислены, но один из них раскрыт недостаточно или есть небольшая неточность.
- 2 балла (Удовлетворительно): Определение ОБЭ дано, но может быть неточным. Связь с ЛПЭ указана поверхностно (только "чем выше ЛПЭ, тем выше ОБЭ"). Факторы влияния не перечислены или перечислены с грубыми ошибками. Ответ носит фрагментарный характер.
- 0 баллов (Неудовлетворительно): Ответ не дан или понятие ОБЭ искажено до неузнаваемости.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 17 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

6. Задание 23 (Вопрос: Метод клоногенного потенциала *in vitro*, SF2)

Эталонный ответ:

Метод оценки выживаемости клеток по их клоногенному потенциалу *in vitro* (метод Пэка и Маркуса) является "золотым стандартом" количественной радиобиологии. Он основан на способности отдельной клетки, сохранившей способность к неограниченному делению, образовывать видимую невооруженным глазом колонию из более чем 50 клеток (как правило, через 7-14 дней инкубации).

Суть метода:

1. Клетки (например, линии HeLa) рассеивают в чашки Петри в малом количестве, так чтобы колонии росли из отдельных клеток.
2. После прикрепления клетки облучают в заданных дозах.
3. После инкубации чашки фиксируют и окрашивают, подсчитывают количество выросших колоний.
4. Выживаемость (SF) для каждой дозы рассчитывают как отношение числа колоний в облученных чашках к числу колоний в контрольных (необлученных) чашках.

SF2 — это выживаемость клеток после облучения в дозе 2 Гр (стандартная разовая доза в лучевой терапии). Это сокращенный, широко используемый тест для быстрой сравнительной оценки радиочувствительности различных клеточных линий. Чем меньше значение SF2, тем выше радиочувствительность клеток. SF2 является прогностическим фактором при лучевой терапии: линии опухолевых клеток с низким SF2, как правило, более чувствительны к лечению.

Критерии оценки задания 23 (макс. 6 баллов):

- 6 баллов (Отлично): Подробно описан принцип и процедура метода. Верно указано, что колония — это >50 клеток. Дано точное определение SF2 и его практическое значение в онкологии. Ответ демонстрирует понимание не только методики, но и ее клинической значимости.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 18 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- 4 балла (Хорошо): Принцип метода описан, но могут быть упущены мелкие детали (например, условия посева или критерий колонии). SF2 определено верно, но его прогностическая роль описана не полностью.
- 2 балла (Удовлетворительно): Ответ поверхностный. Дано общее представление о методе, но с существенными пробелами. Определение SF2 дано неточно или не объяснена его роль. Допущены ошибки в сути метода (например, путаница с другими тестами).
- 0 баллов (Неудовлетворительно): Ответ не дан или совершенно неверен.

7. Задание 24 (Вопрос: Стадии канцерогенеза, онкогены и супрессоры)

Эталонный ответ:

Канцерогенез — это многостадийный процесс, включающий три основные фазы: инициацию, промоцию и прогрессию.

1. Инициация: Это первая, необратимая стадия, заключающаяся в повреждении генома клетки (мутации) под действием иницирующего агента (канцерогена). Для радиационного канцерогенеза это, в первую очередь, двунитевые разрывы ДНК и хромосомные aberrации. Иницированная клетка приобретает потенциальную способность к малигнизации, но не является опухолевой.
2. Промоция: Это обратимый на начальных этапах процесс, при котором иницированные клетки начинают пролиферировать под действием промоторов. Промоторы не вызывают мутаций, но стимулируют деление клеток, что приводит к образованию клона иницированных клеток и накоплению дополнительных генетических изменений. Промоция — длительный процесс, требующий постоянного воздействия промотора.
3. Прогрессия: Это завершающая стадия, на которой происходит автономный рост опухоли. Клетки приобретают способность к инвазии и метастазированию, становятся генетически нестабильными, что ведет к формированию злокачественного фенотипа. Роль онкогенов и антионкогенов (генов-супрессоров):

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 19 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- Онкогены (активированные формы протоонкогенов) — это гены, которые стимулируют пролиферацию и деление клеток. Их активация (например, путем мутации или амплификации) приводит к бесконтрольному росту клеток.
- Гены-супрессоры опухолей (антионкогены) — это гены, которые подавляют развитие опухолей. Они контролируют клеточный цикл, репарацию ДНК и апоптоз (например, ген p53). Инактивация генов-супрессоров (например, при делециях или мутациях) снимает тормоза с онкогенов и является ключевым событием в канцерогенезе.

Критерии оценки задания 24 (макс. 6 баллов):

- 6 баллов (Отлично): Дана четкая, структурированная характеристика всех трех стадий канцерогенеза с акцентом на их механизмы. Корректно и глубоко раскрыта роль онкогенов и супрессоров, показано их противоположное действие. Приведены примеры (например, ген p53). Высокий уровень логики и понимания.
- 4 балла (Хорошо): Все три стадии перечислены и описаны, но одна из них (например, промоция) раскрыта менее подробно. Роль онкогенов и супрессоров указана верно, но без глубокой детализации.
- 2 балла (Удовлетворительно): Стадии канцерогенеза перечислены, но их суть объясняется поверхностно или с ошибками. Определения онкогенов и супрессоров даны, но не показана их роль в процессе.
- 0 баллов (Неудовлетворительно): Ответ не дан или полностью неверен, путаница в понятиях "инициация" и "прогрессия".

8. Задание 25 (Вопрос: Редко- и плотноионизирующие излучения)

Эталонный ответ:

Основное различие между этими видами излучений — в плотности ионизации, которая определяется линейной передачей энергии (ЛПЭ).

- Редкоионизирующие излучения: ЛПЭ < 10 кэВ/мкм. К ним относятся рентгеновское, γ-излучение, быстрые электроны (β-частицы). Они вызывают редкие, спорадические акты ионизации, равномерно распределенные по объему клетки.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 20 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- Плотноионизирующие излучения: ЛПЭ > 10 кэВ/мкм. Это α -частицы, тяжелые ионы, нейтроны. Они создают высокую плотность ионизации на микроскопическом участке, вызывая кластерные повреждения ДНК (multiple damage sites).

Особенности кривых выживаемости:

- Для редкоионизирующих излучений кривая выживаемости имеет плечо (кривизну в начальной части). Это указывает на то, что для гибели клетки необходимо накопление нескольких сублетальных повреждений, и что клетки способны эффективно репарировать эти повреждения. Кривая описывается многоударной моделью.
- Для плотноионизирующих излучений кривая выживаемости является экспоненциальной (плечо отсутствует). Одно попадание такой частицы в критическую мишень (ДНК) наносит столь серьезное, нерепарируемое повреждение, что клетка гибнет с высокой вероятностью. Модель "одного удара".

Объяснение различий: Плотноионизирующие излучения вызывают так называемые "кластерные повреждения", когда в пределах нескольких пар нуклеотидов одновременно образуются несколько разрывов и повреждений оснований. Такие повреждения репарируются крайне неэффективно или с ошибками, что и ведет к высокой биологической эффективности и отсутствию плеча на кривой.

Критерии оценки задания 25 (макс. 6 баллов):

- 6 баллов (Отлично): Дано четкое различие по ЛПЭ. Приведены верные примеры. Подробно и корректно описаны особенности кривых выживания для обоих типов излучения. Глубоко объяснена причина этих различий через механизмы повреждения ДНК (кластерные повреждения, репарация). Ответ логичен и всесторонен.
- 4 балла (Хорошо): Различие по ЛПЭ указано. Примеры приведены верно. Особенности кривых описаны, но объяснение причин этих особенностей дано неполно (например, без упоминания кластерных повреждений).
- 2 балла (Удовлетворительно): Ответ поверхностный. Только перечислены виды излучения или дано примитивное разделение ("альфа - сильно, гамма - слабо").

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет биологический		
	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».		
Версия документа - 1	стр. 21 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Особенности кривых не описаны или описаны неверно. Отсутствует причинно-следственная связь между механизмом действия и формой кривой.

- 0 баллов (Неудовлетворительно): Ответ не дан или полностью неверен, понятия "плечо" и "ЛПЭ" искажены.

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 приёмами 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.



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет биологический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Спецглавы
радиобиологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 22 из 22

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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, недостаточно 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.