

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 25.06.2025 10:16:28 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f506cb77a486b9a8788b8522523	Рабочая программа дисциплины "Молекулярная радиобиология" по направлению подготовки направленности (профилю) Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ» (специальности) 06.03.01 "Биология"	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Молекулярная радиобиология

Направление подготовки (специальность)

06.03.01 Биология

Направленность (профиль)

Биология

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: Знакомство студентов с механизмами радиационно-индуцированного повреждения и репарации на уровне клетки, молекулярными механизмами радиочувствительности и радиорезистентности. Курс молекулярная радиобиология имеет также общеобразовательное и прикладное значение: многие вопросы содержат материал, способствующий формированию правильного представления о современной естественно-научной картине мира.

Задачи:

- Изучение молекулярных основ повреждения критических элементов клетки (ДНК, биомембраны).
- Изучение молекулярных основ эндогенного фона радиорезистентности.
- Изучение молекулярных основ гетерогенности структурных повреждений макромолекул ДНК и хромосом.
- Изучение механизмов клеточной репарации пострадиационных повреждений.
- Изучение молекулярных основ немишенного действия радиации

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Применяет принципы анализа информации, принципы работы современной аппаратуры и вычислительных средств.

ПК-1.2. Использует теоретические знания в лабораторной работе.

ПК-1.4. Использует теоретические знания об основных биологических закономерностях.

ПК-1.5. Использует методы работы с современной аппаратурой и вычислительными средствами; методы статистической обработки полученных экспериментальных данных.

ПК-2.1. Обладает знаниями о фундаментальных основах биологических наук для решения профессиональных задач;

ПК-2.2. Применяет базовые знания об основах функционирования и жизнедеятельности и методах изучения биологических систем различного уровня организации в научно-исследовательской деятельности;

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.08.04.03

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Курс базируется на знаниях, полученных при изучении предшествующих курсов, таких как «Общая радиобиология», «Общая биология» и «Молекулярная биология».

Общая радиобиология

Молекулярная биология

Общая биология

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Курс «Молекулярная радиобиология» является основой для изучения «Отдаленные эффекты радиационного облучения», «Опосредованные эффекты облучения», «Радиочувствительность отдельных органов и тканей», «Стволовая клетка» в курсе подготовки магистрантов профиля «Радиационная биология».

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-1: способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов;**

**Знать:**

для достижения индикатора ПК-1.2: основные правила и требования при работе с ионизирующим излучением (включая вопросы техники безопасности)

для достижения индикатора ПК-1.4: реакции клеток, тканей, органов и систем органов на воздействие ионизирующего излучения,

**Уметь:**

для достижения индикатора ПК-1.1: работать с периодическими изданиями (журналами, сборниками) по радиобиологии.

для достижения индикатора ПК-1. 5: пользоваться инструкциями к лабораторным приборам, протоколами методик.

для достижения индикатора ПК-1. 2: выполнять экспериментальные исследования по оценке радиационного воздействия на живые организмы.



**Владеть:**

для достижения индикатора ПК-1.1: навыками поиска необходимой информации по радиобиологии в литературных источниках и сети интернет.

**ПК-2: Способен применять знания и методы различных отраслей биологической науки для решения профессиональных задач при изучении биологических систем разного уровня организации.**

**Знать:**

для достижения индикатора ПК-2.1: применение источников ионизирующих излучений в деятельности человека; основы взаимодействия ионизирующих излучений с биологическими системами, основные реакции биологических объектов на радиационное воздействие на молекулярном уровне

**Уметь:**

для достижения индикатора ПК-2.1: анализировать современную научную литературу, использовать знания основ радиационной безопасности.

**Владеть:**

для достижения индикатора ПК-2.2: технологией создания мультимедийных презентаций

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	1. Основы взаимодействия ионизирующих излучений с биологическими системами, основные реакции биологических объектов на радиационное воздействие на молекулярном уровне.
3.1.2	2. Применение источников ионизирующих излучений в деятельности человека.
3.1.3	3. Основные правила и требования при работе с ионизирующим излучением (включая вопросы техники безопасности).
3.1.4	4. Реакции клеток, тканей, органов и систем органов на воздействие ионизирующего излучения.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	1. Работать с периодическими изданиями (журналами, сборниками) по радиобиологии.
3.2.2	2. Выполнять экспериментальные исследования по оценке радиационного воздействия на живые организмы.
3.2.3	3. Использовать знания основ радиационной безопасности.
3.2.4	4. Пользоваться инструкциями к лабораторным приборам, протоколами методик.
3.2.5	5. Анализировать современную научную литературу.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	1. Навыками поиска необходимой информации по радиобиологии в литературных источниках и сети интернет.
3.3.2	2. Технологией создания мультимедийных презентаций.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 144	Виды контроля в семестрах: экзамены 7
в том числе : аудиторные занятия : 48	
самостоятельная работа : 60	
часов на контроль : 27	
контактная работа: 57 ИКР: 9	

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. 1. Основные принципы молекулярной радиобиологии.			



1.1	Основные принципы молекулярной радиобиологии /Лек/	7	3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.2	Основные принципы проведения радиобиологических экспериментов /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.3	Основные принципы проведения радиобиологических экспериментов /Лаб/	7	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.4	Перекисное окисление липидов. Эндогенный фон радиорезистентности. /Ср/	7	30	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 2. 2. Первичные повреждения ДНК в клетках под действием ионизирующей радиации.</b>				
2.1	Первичные повреждения ДНК в клетках под действием ионизирующей радиации /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.2	Первичные повреждения ДНК в клетках под действием ионизирующей радиации /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.3	Первичные повреждения ДНК в клетках под действием ионизирующей радиации /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.4	Повреждения различных уровней организации генетического материала клетки /Ср/	7	15	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 3. 3. Репарация радиационных повреждений ДНК.</b>				
3.1	Репарация радиационных повреждений ДНК /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.2	Репарация радиационных повреждений ДНК. /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.3	Репарация радиационных повреждений ДНК. /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.4	Основные механизмы репарации повреждений генома /Ср/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 4. 4. Молекулярно-клеточные механизмы эффектов малых доз ионизирующего излучения.</b>				
4.1	Молекулярно-клеточные механизмы малых доз. /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
4.2	Молекулярно-клеточные механизмы действия малых доз. /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
4.3	Молекулярно-клеточные механизмы действия малых доз. /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
4.4	Однонуклеотидные полиморфизмы и их роль в индивидуальной радиочувствительности человека. /Ср/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 5. 5. Эпигенетические реакции клеток на действие ионизирующей радиации.</b>				
5.1	Эпигенетические реакции клеток на облучение /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
5.2	Эпигенетические реакции клеток на облучение /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
5.3	Эпигенетические реакции клеток на облучение /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
5.4	Эпигенотип клетки и механизмы его регуляции. /Ср/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 6. 6. Феномен радиационно-индуцированной нестабильности генома.</b>				
6.1	Феномен радиационно-индуцированной нестабильности генома. /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
6.2	Радиационно-индуцированная нестабильность генома. /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3



6.3	Радиационно-индуцированная нестабильность генома. /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
6.4	Механизмы формирования нестабильности генома. Значение РИНСГ для функционирования клеток. /Ср/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 7. 7. Феномен эффекта свидетеля, адаптивного ответа.</b>				
7.1	Феномен эффекта свидетеля, адаптивного ответа /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
7.2	Феномен эффекта свидетеля, адаптивного ответа /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
7.3	Феномен эффекта свидетеля, адаптивного ответа /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
7.4	Адаптивный ответ и эффект свидетеля: проявления и значение. /Ср/	7	3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 8. 8. Молекулярные механизмы запрограммированной гибели клетки.</b>				
8.1	Молекулярные механизмы запрограммированной гибели клетки. /Лек/	7	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
8.2	Апоптоз /Пр/	7	3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
8.3	Апоптоз /Лаб/	7	3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
8.4	Летальные и нелетальные реакции клеток на облучение. /Ср/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 9. 9. Иная контактная работа</b>				
9.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	9	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Устный опрос  
Письменный опрос (в виде теста)  
Реферат

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Образцы тестов для письменного опроса:

- Радиационный выход повреждения ДНК от дозы имеет:
  - Линейную зависимость
  - Линейно-квадратичную зависимость
  - Описывается степенной функцией
- Локальные множественные повреждения ДНК формируются:
  - Преимущественно в результате прямого действия радиации
  - Преимущественно в результате косвенного действия радиации
  - Механизмы прямого и косвенного действия радиации вносят одинаковый вклад
- Одиночные повреждения ДНК возникают:
  - Преимущественно в результате прямого действия радиации
  - Преимущественно в результате косвенного действия радиации
  - Механизмы прямого и косвенного действия радиации вносят одинаковый вклад
- Что характерно для физико-химической стадии действия ионизирующего излучения на организм?
  - Ионизация и возбуждение атомов и молекул;
  - Миграция энергии по молекуле и образование свободных радикалов;
  - Нарушение структуры ДНК;
  - Канцерогенез;



Д. Образование органических радикалов;  
Е. Задержка клеточного деления.

5. Повреждение каких молекулярных структур является наиболее биологически значимым при облучении?

- А. ДНК;
- Б. Нуклеопротеидов;
- В. Белка;
- Г. Липидов;
- Д. Углеводов.

6. Что является мерой радиочувствительности клеток при разных видах излучения?

- А. D q;
- Б. Dn;
- В. D37;
- Г. LD50.

7. К детерминированным эффектам облучения относят эффекты, проявление и степень тяжести которых определяются:

- А. Порогом и величиной дозы излучения;
- Б. Видом излучения;
- В. Временем проявления клинических симптомов;
- Г. Мощностью дозы излучения;
- Д. Физиологическими особенностями организма.

Образцы вопросов для фронтального устного опроса:

1. Дайте классификацию первичных повреждений ДНК при действии ионизирующей радиации.
2. Назовите механизмы реализации «эффекта свидетеля».
3. Назовите основные принципы молекулярной радиобиологии.
4. Эффекты малых доз, каковы молекулярно-клеточные механизмы.
5. Эндогенный фон радиорезистентности, его компоненты.
6. Механизмы репарации однонитевых разрывов ДНК.
7. Механизмы репарации двунитевых разрывов ДНК.
8. Поясните суть феномена адаптивного ответа, каковы критерии его проявления и диапазоны доз.
9. Поясните суть феномена РИНСГ, роль эпигенетических механизмов в формировании РИНСГ.
10. Реакции цепного окисления липидов, значение для жизнедеятельности клетки.

Темы рефератов

1. Проявление РИНСГ у людей, подвергшихся хроническому лучевому воздействию.
2. Изменение частоты хромосомных aberrаций у людей, проживающих в прибрежных селах реки Теча.
3. Радиационный гормезис, как один из феноменов действия малых доз радиации.
4. Радиационный блок митоза и роль сверхточных точек клеточного цикла.
5. Радиационно-химические изменения белков, липидов и нуклеиновых кислот.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Основные принципы молекулярной радиобиологии.
2. Теория мишени и лучевые реакции усиления повреждений.
3. Реакция цепного окисления липидов, инициируемая ионизирующими излучениями. Значение для жизнедеятельности клетки.
4. Эндогенный фон радиорезистентности. Прооксиданты (ОН, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NO) и антиоксиданты.
5. Классификация повреждений ДНК, вызванных ионизирующим излучением. Окислительная модификация оснований.
6. Классификация повреждений ДНК, вызванных ионизирующим излучением. Однонитевые и двунитевые разрывы.
7. Классификация повреждений ДНК, вызванных ионизирующим излучением. Щелочно-лабильные сайты.
8. Классификация повреждений ДНК, вызванных ионизирующим излучением. Локальные множественные повреждения.
9. Цитогенетические эффекты малых доз ионизирующего излучения.



10. Модуляция процессов репарации при малых дозах ионизирующего излучения.
11. Эффекты малых доз. Молекулярно-клеточные механизмы (апоптоз, модуляция процессов репарации, экспрессия генов).
12. Эффекты малых доз. Молекулярно-клеточные механизмы (модификация структуры хромосом, модификации систем антиоксидантной защиты).
13. Механизмы формирования радиационно-индуцированных повреждений ДНК.
14. Репарация ДНК. Этапы и значение репарации. Факторы, оказывающие влияние на эффективность репарации.
15. Репарация ДНК. Эксцизионная репарация оснований.
16. Репарация ДНК. Эксцизионная репарация нуклеотидов.
17. Репарация ДНК. Гомологичная рекомбинационная репарация.
18. Репарация ДНК. Негомологичное соединение концов нитей ДНК.
19. Гены репарации ДНК.
20. Механизмы формирования и передачи по наследству эпигеномных изменений.
21. Эпигенетические механизмы радиационно-индуцированной нестабильности генома.
22. Понятие и основные признаки радиационно-индуцированной нестабильности генома.
23. Механизмы формирования радиационно-индуцированной нестабильности генома.
24. "Эффект свидетеля" при радиационно-индуцированной нестабильности генома.
25. Отсроченная репродуктивная гибель клеток как проявление радиационно-индуцированной нестабильности генома.
26. Адаптивный ответ. Критерии и методы изучения. Объекты исследования. Дозо-временные параметры, необходимые для его экспрессии.
27. Адаптивный ответ. Возможные молекулярные механизмы.
28. Индивидуальная вариабельность адаптивного ответа.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания для устного опроса текущей и итоговой аттестации

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.

Описание критериев оценивания компетенций для реферата

Неудовлетворительно:

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



Структурированность, логичность – Нет логичности, структурированности.  
Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал не содержит фактов, материалов, необходимых для формирования компетенций бакалавра- биолога или непонятен.  
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, логичность – Не всегда прослеживается логичность.  
Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Доступен, не представлен в форме, затрудняющей восприятие, не все вопросы освещены.  
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, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.  
Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.  
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, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.  
Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.  
Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для контрольной работе в виде теста

Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (максимум – 100)

Менее 60 – Неудовлетворительно

60-75 – Удовлетворительно

76-85 – Хорошо

86-100 – Отлично

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения программы

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

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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Плугахин Г. А., Кощаев А. Г.	Биофизика ( <a href="https://e.lanbook.com/book/211001">https://e.lanbook.com/book/211001</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Гребенюк А. Н., Стрелова О. Ю., Легеза В. И., Степанова Е. Н.	Основы радиобиологии и радиационной медицины: учебное пособие	Санкт-Петербург: Фолиант, 2012	
Л2.2	Коничев А. С., Севастьянова Г. А.	Молекулярная биология: учебник для вузов	Москва: Академия, 2012	
Л2.3	Рогожина Л. В., Кусурова З. Г., Лысенко Н. П., Пак В. В.	Радиобиология: учебник для вузов	Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012	

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный сайт Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ, ICRP). Рекомендации по нормированию и научному сопровождению в реализации мер радиационной защиты <a href="http://www.icrp.org/">http://www.icrp.org/</a>
Э2	Официальный сайт Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР, UNSCEAR), содержит публикации о различных аспектах действия ионизирующих излучений на живые организмы <a href="http://www.unscear.org/">http://www.unscear.org/</a>
Э3	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий PAE <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a>
Э4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» - раздел "Журналы открытого доступа" ( <a href="https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp">https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp</a> ) на 01.10.2018 г. содержит более 6000 научных журналов <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
Э5	КиберЛенинка - научная электронная библиотека (журналы) <a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) :  
объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из  
читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультисциплинарная реферативная база  
данных /

компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная  
электронная

библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. –  
Текст :



электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях двух типов:

- Лекционные аудитории рассчитанные на не менее 15 мест с мультимедиа сопровождением: проектор, проекционный экран, компьютер, доска.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных

пособий, в виде слайд-презентации:

1 Основные принципы молекулярной радиобиологии

2 Первичные повреждения Днк

3 Молекулярно-клеточные механизмы эффектом малых доз

4 Эпигенетические реакции

5 Феномен радиационно-индуцированной нестабильности генома

6 Феномен эффекта свидетеля

7 Молекулярные механизмы запрограммированной гибели клеток

- Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: учебные столы со стульями рассчитанные на не менее 15 человек, проектор, проекционный экран и компьютер для демонстрации презентаций, микроскопы, лабораторный инвентарь, доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета»

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для наиболее эффективного достижения результата изучения дисциплины «Молекулярная радиобиология» студент должен не только исправно посещать лекции, но и усваивать лекционный материал, а также информацию, получаемую на лабораторных занятиях. Кроме того, студент должен принимать активное участие в выполнении лабораторных работ. При возникновении вопросов, возникающих в процессе освоения нового материала, студент обязательно должен обращаться за их разъяснением к преподавателю.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также на изучение дополнительной литературы (пособий, журналов, публикаций и т.д.). Самостоятельная работа студентов включает в себя самостоятельное изучение тем и вопросов, не вошедших в лекционный курс, но необходимых для усвоения дисциплины. Для успешной работы студент использует список литературы, рекомендуемый преподавателем, а также может самостоятельно получать дополнительную информацию, изучая журнальные статьи и пользуясь возможностями интернета.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности



с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

**06.03.01 Биология, ОПОП Биология, РПД Молекулярная радиобиология, 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)      Е.В. Стяжкина

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