

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический  
институт)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Влияние ионизирующих излучений на биосистемы

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Фундаментальная и прикладная биология**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.В. Симакова

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности.

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

ПК-2 Способен проводить основные этапы полевых и лабораторных исследований в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-4.1 Понимает теоретические и методологические основы биологических методов оценки экологической и биологической безопасности

ИОПК-8.1 Демонстрирует понимание методических принципов полевых и лабораторных биологических исследований и типов используемой современной исследовательской аппаратуры

ИПК-2.2 Осуществляет подбор и модификацию методик исследования в соответствии с поставленными задачами и на основе знаний принципов полевых и лабораторных исследований

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- доклад;
- презентация;

### **Пример тестов (ИОПК-4.1, ИОПК -8.1)**

Вопрос 1. Как называется эффект положительного действия малых доз ИИ на организм?

- А. Гетерозис
- Б. Гормезис
- В. Токсикоз

Ключ: Б

Вопрос 2. Перечислите линии защиты клеток от ИИ?(возможны несколько правильных ответов)

- А. Антиоксидантная защита
- Б. Репарация ДНК
- В. Апоптоз
- Г. Удвоение ДНК и органелл
- Д. Детоксикация

Ключ: А, Б, В, Д

Вопрос 3. Какие ошибки совершали люди, не зная об опасности радиоактивных элементов? (несколько правильных ответов)

- А. Употребление воды с Радием для здоровья и омоложения
- Б. Курение сигарет с Радием

- В. Использование Радия в отбеливающих зубных пастах
- Г. Использование Радия в омолаживающих и отбеливающих кремах и масках
- Д. Создание таблеток с Радием для укрепления костей
- Е. Окрашивание циферблотов часов светящимися радиевыми красками

Ключ: А, Б, В, Г, Е

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на две трети вопросов.

**Пример задания – доклад с презентацией (ИПК-2.2, ИОПК-8.1):**

Темы докладов магистранты выбирают самостоятельно и согласуют их с преподавателем. Доклад должен включать рассмотрение биофизических и биомедицинских методов коррекции радиационных повреждений, методов их оценки, способов применения ионизирующей радиации. Каждому студенту необходимо подготовить не менее одного доклада в течение семестра.

Доклады оцениваются по уровням «зачтено»/ «не зачтено». При оценивании доклада учитываются:

1. Полнота освещения вопроса;
2. Использование источников последних лет, включая статьи в периодических научных изданиях;
3. Свободное владение материалом;
4. Умение ответить на вопросы.

Презентации оцениваются по уровням «зачтено»/ «не зачтено». При оценивании презентации магистрантов учитываются:

1. Наглядность (расстановление акцентов на слайде, отсутствие перегруженности слайда информацией и т.п.);
2. Соответствие представленной информации на слайде тексту доклада;
3. Свободное владение материалом, способность привязывать текст доклада к иллюстрациям на слайде.

Примерные темы:

Тема 1. процессы восстановления в облученных клетках. Темновая репарация и фотопротекция. Принцип действия радиопротекторов. Понятие о факторе изменения дозы.

Тема 2. Радиационно-индукционный адаптивный ответ. Общая неспецифическая реакция организмов на облучение в малых дозах. Механизмы.

Тема 3 Роль биомембран в развитии радиационных повреждений

**Пример теоретических вопросов (ИОПК-4.1, ИОПК -8.1):**

1. Модификация прямого повреждения макромолекул: кислородный эффект, влияние температуры, роль молекул-примесей.
2. Радиационно-химические превращения молекул воды. Влияние продуктов радиолиза воды на инактивацию молекул в растворах.
3. Количественные характеристики косвенного действия ИИ.
4. Свободнорадикальные процессы в биосубстратах.
5. Цепные свободнорадикальные реакции при действии ИИ. Образование перекисей и других продуктов окисления в облучаемых липидах. Роль свободных радикалов липидов в непрямом эффекте инактивации биомакромолекул.

**3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Зачет проводится по билетам. Билет состоит из трех частей.

Первая часть представляет собой тесты, проверяющие ИОПК-4.1, ИОПК -8.1 Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных, сопоставления или расположения в хронологическом порядке.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-4.1, ИОПК-8.1. Ответ на вопрос второй частидается письменно в развернутой форме.

Третья часть содержит вопрос, проверяющий ИПК-2.2 Ответ на вопрос третьей части дается устно и предполагает поиск современных биофизических биофизических и биомедицинских методов коррекции радиационных повреждений, методов их оценки, способов применения ионизирующей радиации, а также методов для решения отдельных задач радиационной биологии.

### **Пример тестов**

Какого препятствия достаточно для защиты от альфа-частиц, бета-частиц, нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения? (найти соответствие):

А) альфа-частицы (ядра гелия)	1) тонкий лист металла
Б) бета-частицы (электроны)	2) лист бумаги
В) нейтроны	3) свинец
Г) рентгеновское и гамма-излучение	4) стакан воды

Ключ: А -2, Б- 1, В -4, Г -3.

Расположите открытия в области радиобиологии в хронологическом порядке:

А) Дмитрий Дмитриевич Иваненко и Вернер Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель строения ядра

Б) Вильгельм Конрад Рентген во время экспериментов с электронно-лучевыми трубками открыл рентгеновское излучение

В) Открытие новых радиоактивных элементов - торий, полоний и радий (Беккерель, Кюри)

Г) Анри Беккерель установил самопроизвольное испускание невидимых глазу лучей от солей урана

Ключ по порядку: Б, Г, В, А.

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на две трети вопросов.

### **Примерный перечень вопросов для экзамена:**

1. Предмет, задачи, история развития, этапы и периоды становления наук о влиянии ИИ на биосистемы. Связь с другими науками и современные проблемы радиационной биофизики.

2. Основные сведения о строении вещества. Строение атомов. Массовое число, атомный номер.

3. Естественная и искусственная радиоактивность. Основные виды ионизирующих излучений (ИИ), их свойства. Радиоактивный распад ядер, виды распада. Явление изотопии.

4. Взаимодействие ИИ с веществом. Возбуждение и ионизация атомов и молекул. Образование пар ионов. Плотность ионизации.

5. Редко- и плотноионизирующие излучения. Взаимодействие их с веществом.

6. Закон радиоактивного распада. Единицы активности радионуклидов.

Использование радиоактивных изотопов в науке, медицине и производстве.

7. Основы дозиметрии ИИ. Понятие о дозе. Единицы измерения дозы. Поглощенная и эквивалентная доза. Методы дозиметрии ИИ.

8. Общий принцип Гrottгуса. Дискретный характер поглощения энергии ИИ.

9. Особенности взаимодействия фотонного излучения с веществом: фотоэффект, эффект Комптона, образование электрон-позитронных пар.

10. Взаимодействие заряженных частиц и нейтронного излучения с веществом.

11. Относительная биологическая эффективность ИИ. Связь ОБЭ с линейной передачей энергии. Зависимость ОБЭ от условий и объекта облучения.
12. Миграция энергии и заряда. Кривые "доза-эффект". Принципы попадания и мишени. Количественные закономерности действия ИИ.
13. Действие редко и плотноионизирующих излучений. Инактивирующая доза, одно- и многоударные процессы. Прямое действие ИИ на ферменты и нуклеиновые кислоты.
14. Действие редко и плотноионизирующих излучений. Инактивирующая доза, одно- и многоударные процессы. Прямое действие ИИ на ферменты и нуклеиновые кислоты.
15. Радиационно-химические превращения молекул воды. Влияние продуктов радиолиза воды на инактивацию молекул в растворах.
16. Количественные характеристики косвенного действия ИИ. Эффект Дейла (разбавления).
17. Свободнорадикальные процессы в биосубстратах. Цепные свободнорадикальные реакции при действии ИИ.
18. Образование перекисей и других продуктов окисления в облучаемых липидах. Роль свободных радикалов липидов в непрямом эффекте инактивации биомакромолекул.
19. Реакция клеток на облучение. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Биологическая стадия лучевого поражения клетки.
20. Количественные характеристики клеточной гибели. Зависимость радиочувствительности клеток от мощности и фракционирования дозы, линейной передачи энергии ИИ, числа и размеров хромосом.
21. Репродуктивная гибель клеток. Повреждение уникальных структур - специфика действия ИИ. Генетическое действие ИИ: генные мутации, хромосомные aberrации; их количественные закономерности, связь с репродуктивной гибелю.
22. Интерфазная гибель облученных клеток. Критерии интерфазной гибели; временные и дозовые характеристики. Механизмы апоптоза. Интерфазная гибель как вариант апоптоза.
23. Радиочувствительность биомолекул: белки, нуклеиновые кислоты, фосфолипиды. Радиочувствительность клеток, тканей и органов. Группы критических органов.
24. Самообновляющиеся системы. Костномозговой синдром, желудочно-кишечный и ЦНС-синдром - как функция дозы облучения. Понятие о ЛД50/30. Видовая радиочувствительность.
25. Процессы восстановления в облученных клетках. Темновая репарация и фотопротекция.
26. Зависимость восстановления от времени и характера облучения, количества поглощенной энергии и скорости ее накопления. Зависимость темпов восстановления в различных системах организма от присущей им скорости физиологических процессов регенерации.
27. Основные классы радиопротекторов: серосодержащие и производные индолилалкиламинов. Возможные механизмы действия радиопротекторов: молекулярный, клеточный и организменный уровни. Особенности защиты от нейтронного и внутреннего облучения.
28. Критерии определения малых доз облучения. Биологические эффекты облучения в малых дозах. Радиационный гормезис.
29. Радиационно-индукционный адаптивный ответ. Общая неспецифическая реакция организмов на облучение в малых дозах.

30. Количественная оценка биологического действия ИИ в малых дозах. Механизмы действия ИИ в малых дозах на клетки. Роль биомембран в механизме действия малых доз ИИ.

31. Основы радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности. Нормирование содержания радионуклидов во внешней среде.

32. Естественный радиационный фон и источники радиоактивного загрязнения внешней среды. Миграция радионуклидов в биосфере.

33. Облучение организмов при попадании радионуклидов внутрь. Модификация внутреннего облучения. Экологические проблемы атомной энергетики.

Итоговый зачет по дисциплине «Влияние ионизирующих излучений на биосистемы» состоит из контроля самостоятельной работы, работы на семинарских занятиях (текущий контроль) и итогового результата при ответе на вопросы билета. Результаты определяются как «зачтено» / «не зачтено».

Оценка устного или письменного ответа (итоговый зачет):

«Не зачтено» - студент не имеет представления о влиянии ионизирующих излучений на биосистемы разного уровня организации, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских занятиях был пассивен, задания выполнял в основном с оценкой «2» или «3» балла.

«Зачтено» - студент владеет отличными знаниями о влиянии ионизирующих излучений на биосистемы разного уровня организации, владеет специальной терминологией, при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает ошибок, способен к анализу предложенных ситуаций; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, при выполнении заданий получал в основном оценки «5 баллов».

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Пример тестов (ИОПК-1.2, ИОПК -1.3.)

Вопрос 1. Какого препятствия достаточно для защиты от альфа-частиц, бета-частиц, нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения? (найти соответствие):

A) альфа-частицы (ядра гелия)	1) тонкий лист металла
Б) бета-частицы (электроны)	2) лист бумаги
В) нейтроны	3) свинец
Г) рентгеновское и гамма-излучение	4) стакан воды

Ключ: А -2, Б- 1, В -4, Г -3.

Вопрос 2. Расположите открытия в области радиобиологии в хронологическом порядке:

А) Дмитрий Дмитриевич Иваненко и Вернер Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель строения ядра

Б) Вильгельм Конрад Рентген во время экспериментов с электронно-лучевыми трубками открыл рентгеновское излучение

В) Открытие новых радиоактивных элементов - торий, полоний и радий (Беккерель, Кюри)

Г) Анри Беккерель установил самопроизвольное испускание невидимых глазу лучей от солей урана

Ключ по порядку: Б, Г, В, А.

Вопрос 3. Как называется эффект положительного действия малых доз ИИ на организм?

А. Гетерозис  
Б. Гормезис  
В. Токсикоз

Ключ: Б

Вопрос 4. Перечислите линии защиты клеток от ИИ?(возможны несколько правильных ответов)

- А. Антиоксидантная защита
- Б. Репарация ДНК
- В. Апоптоз
- Г. Удвоение ДНК и органелл
- Д. Детоксикация

Ключ: А, Б, В, Д

Вопрос 5. Какие ошибки совершали люди, не зная об опасности радиоактивных элементов? (несколько правильных ответов)

- А. Употребление воды с Радием для здоровья и омоложения
- Б. Курение сигарет с Радием
- В. Использование Радия в отбеливающих зубных пастах
- Г. Использование Радия в омолаживающих и отбеливающих кремах и масках
- Д. Создание таблеток с Радием для укрепления костей
- Е. Окрашивание циферблатов часов светящимися радиевыми красками

Ключ: А, Б, В, Г, Е

Примеры теоретических вопросов (ИОПК-4.1, ИОПК 8.1, ИПК- 2.2):

Вопрос 1. Радиочувствительность биоструктур.

Ответ должен содержать информацию о чувствительности биомолекул: белки, нуклеиновые кислоты, фосфолипиды к ионизирующему излучению, а также о радиочувствительности клеток, тканей и органов. Кроме того, должны быть названы группы критических органов и самообновляющиеся системы. Необходимо охарактеризовать костномозговой синдром, желудочно-кишечный и ЦНС-синдром - как функция дозы облучения ,а также видовую и индивидуальную радиочувствительность.

Вопрос 2. Процессы восстановления в облученных клетках.

Ответ должен содержать информацию о темновой репарации и фотопротекции, о зависимости восстановления от времени и характера облучения, количества поглощенной энергии и скорости ее накопления, о зависимости темпов восстановления в различных системах организма от присущей им скорости физиологических процессов регенерации. Кроме того в ответе должен быть охарактеризован принцип действия радиопротекторов, понятие о факторе изменения дозы, перечислены радиопротекторы и указан механизм их действия.

### **Информация о разработчиках**

Жаркова Любовь Петровна, к.б.н., доцент, кафедра физиологии человека и животных НИ ТГУ.