

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института

Д.С. Воробьев



20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Радиобиология**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Биология»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.08.01.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д.С. Воробьев

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 – Способность использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

– ПК-1 – Способность участвовать в исследовании биологических систем и их компонентов, планировать этапы научного исследования, проводить исследования по разработанным программам и методикам, оптимизировать методики под конкретные задачи

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1 - Использует основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии в профессиональной деятельности

ИПК-1.1 - Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать основы физики (раздел ядерная физика), химии и фундаментальных биологических наук.

- Уметь использовать полученные знания в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения.

– Уметь эксплуатировать современную дозиметрическую аппаратуру для практического применения и выполнения лабораторных и научно-исследовательских работ.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Профессиональный модуль "Физиология человека и животных"

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 5, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения курса студенты предварительно проходят подготовку по дисциплинам «Физика», «Химия», «Биохимия». Дисциплина «Радиобиология» является логическим продолжением в цепи дисциплин по принципу «от простого к более сложному», и сама является основой для углубленного изучения специальных дисциплин.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– семинарские занятия: 26 ч.

- практические занятия: 0 ч.;
  - лабораторные работы: 0 ч.
- в том числе практическая подготовка: 0 ч.
- Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет, задачи, история развития, этапы и периоды становления радиобиологии. Связь с другими науками и современные проблемы радиобиологии.

### Тема 2. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ

Основные сведения о строении вещества. Строение атомов. Массовое число, атомный номер. Явление изотопии. Естественная и искусственная радиоактивность. Основные виды ионизирующих излучений (ИИ), их свойства. Радиоактивный распад ядер, виды распада. Закон радиоактивного распада. Единицы активности радионуклидов. Использование радиоактивных изотопов в науке, медицине и производстве. Основы дозиметрии ИИ. Понятие о дозе. Единицы измерения дозы. Поглощенная и эквивалентная дозы. Методы дозиметрии ИИ: ионизационная камера, сцинтилляционный метод, химические методы дозиметрии.

### Тема 3. ПОГЛОЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ВЕЩЕСТВОМ

Общий принцип Гроттгуса. Дискретный характер поглощения энергии ИИ. Взаимодействие ИИ с веществом. Возбуждение и ионизация атомов и молекул. Образование пар ионов. Линейная плотность ионизации (ЛПИ) и линейная передача энергии (ЛПЭ). Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Особенности взаимодействия фотонного излучения с веществом: фотоэффект, эффект Комптона, образование электрон-позитронных пар. Поглощение нейтронного излучения: косвенная ионизация, наведенная радиоактивность. Особенности поглощения энергии ИИ биологическим веществом. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) ИИ. Связь относительной биологической эффективности с линейной передачей энергии. Зависимость ОБЭ от условий и объекта облучения.

### Тема 4. ПРЯМОЕ ДЕЙСТВИЕ ИИ

Миграция энергии и заряда. Кривые "доза-эффект". Принципы попадания и мишени. Количественные закономерности действия ИИ. Действие редко и плотноионизирующих излучений. Инактивирующая доза, одно- и многоударные процессы. Прямое действие ИИ на ферменты и нуклеиновые кислоты. Последовательность стадий прямого действия ИИ. Первичные физические процессы. Физико-химическая стадия действия ИИ. Химическая стадия действия ИИ. Миграция энергии излучения в биологических структурах. Модификация прямого повреждения макромолекул: кислородный эффект, влияние температуры, роль молекул-примесей.

### Тема 5. КОСВЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ ИИ

Радиационно-химические превращения молекул воды. Влияние продуктов радиолитической воды на инактивацию молекул в растворах. Количественные характеристики косвенного действия ИИ. Эффект Дейла (разбавления). Радиочувствительность биомолекул. Модификация радиолитической макромолекул. Свободнорадикальные процессы в биосубстратах. Цепные свободнорадикальные реакции при действии ИИ. Образование перекисей и других продуктов окисления в облучаемых липидах. Роль свободных радикалов липидов в непрямом эффекте инактивации биомолекул.

### Тема 6. ДЕЙСТВИЕ ИИ НА КЛЕТКУ

Реакция клеток на облучение. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Прямое и косвенное действие ИИ на клетки. Свободные радикалы в облученной клетке и методы их определения. Действие ИИ на макромолекулы и клеточные органеллы. Задержка деления клеток. Радиочувствительность на разных стадиях клеточного цикла. Количественные характеристики клеточной гибели.

Зависимость радиочувствительности клеток от мощности и фракционирования дозы, линейной передачи энергии ИИ, числа и размеров хромосом. Повреждение и репарация ДНК в облученной клетке. Формы клеточной гибели. Критерии гибели клеток. Репродуктивная гибель. Повреждение уникальных структур - специфика действия ИИ. Генетическое действие ИИ: генные мутации, хромосомные aberrации; их количественные закономерности, связь с репродуктивной гибелью. Интерфазная гибель облученных клеток. Критерии интерфазной гибели; временные и дозовые характеристики. Механизмы апоптоза. Интерфазная гибель как вариант апоптоза.

#### Тема 7. РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ БИОСИСТЕМ

Радиочувствительность биомолекул: белки, нуклеиновые кислоты, фосфолипиды. Радиочувствительность клеток, тканей и органов. Группы критических органов. Самообновляющиеся системы. Костно-мозговой синдром, желудочно-кишечный и ЦНС-синдром - как функция дозы облучения. Понятие о ЛД50/30. Видовая радиочувствительность. Зависимость радиочувствительности от пола, возраста и состояния организма. Индивидуальная радиочувствительность.

#### Тема 8. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТ ЛУЧЕВОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ

Процессы восстановления в облученных клетках. Темновая репарация и фотореактивация. 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.

#### Тема 9. МОДИФИКАЦИЯ ДЕЙСТВИЯ ИИ

Принцип действия радиопротекторов. Понятие о факторе изменения дозы. Основные классы радиопротекторов: серосодержащие и производные индолилалкиламинов. Возможные механизмы действия радиопротекторов: молекулярный, клеточный и организменный уровни. Особенности защиты от нейтронного и внутреннего облучения.

#### Тема 10. ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Острая лучевая болезнь. Зависимость клинической формы острой лучевой болезни, степени тяжести и прогноза течения от поглощенной дозы. Периодизация острой лучевой болезни: период первичных реакций, латентный период, период разгара и период восстановления. Формы острой лучевой болезни: костно-мозговая, кишечная, токсемическая, церебральная. Местные и комбинированные лучевые повреждения. Хроническая лучевая болезнь, вызываемая внешним и внутренним облучением. Кумуляция дозы. Выздоровление от лучевой болезни и отдаленные последствия облучения. Соматические, канцерогенные и генетические последствия.

#### Тема 11. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МАЛЫХ ДОЗ ИИ

Критерии определения малых доз облучения. Биологические эффекты облучения в малых дозах. Радиационный гормезис. Радиационно-индуцированный адаптивный ответ. Общая неспецифическая реакция организмов на облучение в малых дозах. Количественная оценка биологического действия ИИ в малых дозах. Механизмы действия ИИ в малых дозах на клетки. Роль биомембран в механизме действия малых доз ИИ.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, работе на семинарах, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

**Оценка за семинары** учитывает теоретическую подготовку, устный доклад, презентацию, активную работу на семинаре.

Оценка осуществляется по 4-х балльной системе:

2 балла – студент не готов к семинару, не отвечает на вопросы, не владеет предметом, специальной терминологией, при ответах допускает грубые ошибки.

3 балла – студент слабо подготовлен теоретически, знания поверхностны, делал небольшие дополнения к выступлениям других студентов, но сам доклад не готовил, при использовании специальной терминологии допускает ошибки;

4 балла – студент хорошо подготовлен, сделал доклад без презентации, делал дополнения к выступлениям других студентов, при изложении материала и в использовании специальной терминологии допускаются отдельные ошибки;

5 баллов – студент хорошо подготовлен, владеет специальной терминологией, сделал хороший доклад с презентацией, активно работал на семинаре, делал важные дополнения к докладам других студентов, ответы и дополнения четко структурированы, последовательны.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация предусматривает:

10.1. Зачет по практическому заданию «Дозиметрия».

Пример практического задания на семинаре по теме «Дозиметрия»

1. Внимательно изучить инструкции по эксплуатации дозиметров ДКГ-07Д «Дрозд», ДКС-АТ1121, МКС/СРП – 08А.

2. Выполнить практические задания по измерению мощности дозы и поиску контрольных источников гамма-излучения с помощью дозиметров:

1. **Дозиметр ДКГ-07Д «Дрозд»**

1.1. Измерить уровень гамма-излучения (фона) в 10 различных точках аудитории. Рассчитать среднее арифметическое значение уровня.

1.2. Измерить уровень гамма-излучения на красном кирпиче и силикатном (белом) кирпиче. Каждое измерение повторить не менее 3-х раз и вывести среднее арифметическое значение уровня.

2. **Дозиметр ДКС-АТ1121**

2.1. Измерить уровень гамма-излучения (фона) в 10 различных точках аудитории. Рассчитать среднее арифметическое значение уровня.

2.2. Перевести дозиметр в режим поиска и обнаружить в аудитории контрольные источники гамма-излучения.

3. **Дозиметр – радиометр поисковый МКС/СРП – 08А**

3.1. Измерить уровень гамма-излучения (фона) в 10 различных точках аудитории. Рассчитать среднее арифметическое значение уровня.

3.2. Провести поиск и обнаружить в аудитории контрольные источники гамма-излучения.

10.2. – В программе MOODLE:

- выполнение итогового теста;

- решение задачи – планирование радиобиологического эксперимента.

10.3. – Экзамен в 5 семестре.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Определяющим является оценка за устный ответ на экзамене, но при этом учитываются оценки, полученные на семинарских занятиях, при выполнении теста и решении задачи в MOODLE.

**1 (нулевой уровень)** – студент не готов и не приступает к ответу;

**«Неудовлетворительно»** - студент имеет слабое представление о радиобиологии, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; в течение учебного года занимался плохо, на семинарских занятиях был пассивен или отсутствовал, тест и задачу выполнил с оценкой «2» или «3 балла».

**«Удовлетворительно»** - студент владеет лишь поверхностными знаниями о радиобиологии, плохо представляет механизмы действия ионизирующего излучения на живые организмы, слабо владеет специальной терминологией; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских занятиях был недостаточно активен, тест и задачу выполнил с оценкой «3 балла».

**«Хорошо»** - студент владеет хорошими знаниями о радиобиологии, имеет четкое представление о механизмах действия ионизирующего излучения на живые организмы, владеет специальной терминологией, но при ответе на вопросы билета допускает незначительные ошибки; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, тест и задачу выполнил с оценкой «3 балла».

**«Отлично»** - студент владеет отличными знаниями о радиобиологии, имеет четкое представление о механизмах действия ионизирующего излучения на живые организмы, 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, тест и задачу выполнил с оценкой «5 баллов».

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle: URL: <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=976>

Курс содержит:

- Список учебной литературы по курсу;
- видеотека с учебными и научно-популярными фильмами по курсу;
- тексты и презентации лекций;
- программы семинарских занятий;
- методические указания, инструкции к приборам и практические задания по дозиметрии;
- методические рекомендации для выполнения итогового теста по курсу и решения задачи.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– ...

б) дополнительная литература:

– ...

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы
- Журнал «Эксперт» - <http://www.expert.ru>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ - [www.gsk.ru](http://www.gsk.ru)
- Официальный сайт Всемирного банка - [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>
- ...

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) –  
<https://www.fedstat.ru/>

– ...

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатория, оборудованная дозиметрической, спектрометрической и радиометрической аппаратурой

#### **15. Информация о разработчиках**

Старший преподаватель кафедры физиологии человека и животных Кувшинов Николай Николаевич.