

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий  
кафедрой  
биофизики и  
биотехнологии



В.Г. Артюхов  
21.03.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.06 Радиационная и фотобиофизика**

**1. Шифр и наименование направления подготовки:**

06.03.01 Биология

**2. Профиль подготовки:**

Биофизика

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

бакалавр

**4. Форма обучения:**

очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра биофизики и биотехнологии

**6. Составители программы:** Артюхов Валерий Григорьевич, д-р биол. наук, профессор

**7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета, протокол № 2 от 21.03.2022 г

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр(ы):** 7, 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью изучения дисциплины является освоения студентами современных представлений о молекулярно-клеточных механизмах действия ионизирующих и неионизирующих (УФ- и лазерное) излучений на биологические системы различной сложности организации.

Задачи: изучить физику ионизирующих и неионизирующих излучений; закономерности поглощения энергии излучения биомакромолекулами; количественные характеристики зависимости биологического эффекта от поглощенной дозы излучения; теоретические представления о механизмах действия излучений на биомакромолекулы, их комплексы и клетки; механизмы действия радиопротекторов и радиосенсибилизаторов; первичные и начальные процессы биологического действия названных видов излучений.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к блоку Дисциплины (Б.1), часть, формируемая участниками образовательных отношений (Б.1.В).

Для успешного освоения ее содержания обучающиеся должны иметь знания из области биохимии, физики, физической химии.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.2	Проводит исследование в соответствии с установленными полномочиями, составляет его описание и фиксирует результаты	Знать: теорию планирования биологического эксперимента.  Уметь: проводить эксперимент по согласованному плану, фиксировать результаты и описывать их.  Владеть: навыками выполнения лабораторного исследования
ПК-4	Способен применять теоретические знания о молекулярных основах и механизмах физических и физико-химических процессов для решения отдельных практических задач в области биофизики и биотехнологии	ПК-4.1	Демонстрирует системные теоретические знания о молекулярных основах и механизмах физических и физико-химических процессов в живых системах	Знать: теоретические основы радиационной и фотобиофизики  Уметь: применять теоретические знания для решения практических задач.
		ПК-4.2	Применяет современные методы биофизического эксперимента, исследования физических и физико-химических процессов на разных уровнях организации живой материи для решения отдельных практических задач в области биофизики и биотехнологии	Знать: правила эксплуатации современного научного оборудования.  Уметь: применять современные методы биофизического исследования для анализа макромолекулярных и клеточных систем.  Владеть: навыками эксплуатации современного научного оборудования

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 7 ЗЕ / 252 ч.**

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой, экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 7	№ семестра 8	...
Аудиторные занятия	124	64	60	
в том числе:	лекции	62	32	30
	практические			
	лабораторные	62	32	30
Самостоятельная работа	92	62	30	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час.)	36		36	
Итого:	252	126	126	

### 13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1	Введение в радиобиологию	Радиобиология как предмет: проблемы, задачи, связь с другими дисциплинами. Этапы развития радиобиологии.	
2	Физические основы радиобиологии	Радиочувствительность. Диапазон различных радиочувствительности в природе. Типы ионизирующих излучений. Электромагнитная и корпускулярная радиация. Проникающая способность, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, линейная передача энергии излучения. Относительная биологическая эффективность.	
3	Зависимость биологического эффекта от дозы радиации	Связь радиобиологического эффекта с дозой облучения. Экспозиционная и поглощенная дозы. Единицы измерения дозы, радиоактивности.	
4	Прямое и косвенное действие ионизирующей радиации	Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Свободно-радикальные процессы при облучении воды и водных растворов. Прямое и косвенное действие излучений на органические вещества и биологические макромолекулы. Эффект разведения. Соотношение прямого и косвенного действия при облучении клетки.	
5	Реакции клеток на действие ионизирующих излучений	Реакция клеток на облучение. Формы клеточной гибели и их наиболее вероятные причины. Показатели и критерии радиочувствительности и репаративной способности клеток. Механизмы клеточной радиочувствительности.	
6	Модификация радиочувствительности	Модификация радиочувствительности. Средства ослабления и усиления лучевых реакций: протекторы и сенсibilizаторы. Кислород – универсальный радиомодифицирующий агент. Кислородный эффект.	

7	Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений	Принцип попадания и теория мишеней. Гипотеза первичных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая гипотеза (теория) в радиобиологии.	
8	Радиационно-химические превращения биомолекул	Наиболее общие радиационно-химические реакции аминокислот. Основные радиационно-химические превращения пептидов в присутствии и в отсутствие кислорода. Радиационно-химические превращения однокомпонентных и двухкомпонентных белков. Действие радиации на ферменты. Радиационно-химические превращения гемопротеидов: гемоглобин, миоглобин, каталаза, пероксидаза, цитохром с и др. Радиационно-химические превращения ДНК и ее компонентов.	
9	Повреждения биомолекул и изменения метаболических процессов при действии радиации на организм	Повреждение аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и ДНК при действии излучения на живой организм. Действие радиации на биосинтез белков. Действие радиации на структуру и обмен ДНК в клетке. Повреждения ДНП и РНП.	
10	Предмет и проблемы современной фотобиологии	Предмет, задачи, достижения, проблемы фотобиологии. История становления фотобиологии как самостоятельной науки.	
11	Основные понятия, термины, законы фотохимии и фотобиологии	Кинетика обратимой и необратимой фотореакций. Поперечное сечение фотопроцесса, квантовый выход. Зависимость скорости фотопроцесса от интенсивности излучения. Спектр действия и идентификация поглощающих веществ. Анализ механизма основных фотобиологических процессов (фотосинтез, зрение, фотоинактивация биополимеров). Общие понятия о фотодинамическом и бактерицидном действии, фотореактивации, фототропизме, фототаксисе, фотопериодизме, фотоморфогенезе.	
12	Закономерности и особенности фотохимических превращений одно- и двухкомпонентных белков в условиях различного микроокружения	Фотохимические превращения белков: общие изменения белковых молекул, кинетика инактивации, фотолиз аминокислотных остатков в белковых молекулах. Первичные фотофизические и фотохимические процессы в белках, ароматических и серосодержащих аминокислотах. Обсуждение механизма фотоинактивации белков. Анализ наиболее удовлетворительных схем фотохимических реакций в белковых системах. Фотохимические изменения гемопротеидов и их составных частей. Механизмы действия наиболее эффективных фотопротекторов.	
13	Фотохимия и фотофизика нуклеиновых кислот и их составных частей	Фотохимические превращения нуклеиновых кислот и их компонентов. Денатурация нуклеиновых кислот под воздействием ультрафиолетового излучения. Биологическое значение различных типов повреждений нуклеиновых кислот.	
14	Фотохимия, фотофизика липидов и биологических мембран	Действие ультрафиолетового излучения на липиды. Молекулярные механизмы фотоповреждения биологических мембран. Действие ультрафиолетового излучения на клетку. Механизмы фотореактивации.	

15	Люминесценция и хемилюминесценция биосистем в условиях различного микроокружения: законы, закономерности, виды, тушение, конформационное состояние белков, нуклеиновых кислот.	Люминесценция. Классификация различных видов люминесценции. Основные параметры люминесценции. Законы Стокса и Вавилова. Правило зеркальной симметрии. Эффект Шпольского. Тушение люминесценции. Поляризация люминесценции. Люминесценция и структура белков. Конформационные переходы и люминесценция белков. Люминесценция нуклеиновых кислот. Хемилюминесценция. Сверхслабая хемилюминесценция. Механизм хемилюминесценции. Радиолюминесценция и триболлюминесценция.	
16	Лазерное излучение: механизмы действия на биосистемы, роль его в биологии и медицине	Биологическое действие лазерного излучения: белковые системы, биомембраны, клетки крови; первичные, вторичные механизмы его действия, активация (прайминг) пролиферации клеток. Клинические эффекты лазерного излучения.	
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3	Зависимость биологического эффекта от дозы радиации	Связь радиобиологического эффекта с дозой облучения. Экспозиционная и поглощенная дозы. Единицы измерения дозы, радиоактивности.	
4	Прямое и косвенное действие ионизирующей радиации	Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Свободно-радикальные процессы при облучении воды и водных растворов. Прямое и косвенное действие излучений на органические вещества и биологические макромолекулы. Эффект разведения. Соотношение прямого и косвенного действия при облучении клетки.	
5	Реакции клеток на действие ионизирующих излучений	Реакция клеток на облучение. Формы клеточной гибели и их наиболее вероятные причины. Показатели и критерии радиочувствительности и репаративной способности клеток. Механизмы клеточной радиочувствительности.	
6	Модификация радиочувствительности	Модификация радиочувствительности. Средства ослабления и усиления лучевых реакций: протекторы и сенсibilизаторы. Кислород – универсальный радиомодифицирующий агент. Кислородный эффект.	
8	Радиационно-химические превращения биомолекул	Наиболее общие радиационно-химические реакции аминокислот. Основные радиационно-химические превращения пептидов в присутствии и в отсутствие кислорода. Радиационно-химические превращения однокомпонентных и двухкомпонентных белков. Действие радиации на ферменты. Радиационно-химические превращения гемопротеидов: гемоглобин, миоглобин, каталаза, пероксидаза, цитохром с и др. Радиационно-химические превращения ДНК и ее компонентов.	
12	Закономерности и особенности фотохимических превращений одно- и двухкомпонентных белков в условиях различного микроокружения	Фотохимические превращения белков: общие изменения белковых молекул, кинетика инактивации, фотолиз аминокислотных остатков в белковых молекулах. Первичные фотофизические и фотохимические процессы в белках, ароматических и серосодержащих аминокислотах. Обсуждение механизма фотоинактивации белков. Анализ наиболее удовлетворительных схем фотохимических реакций в белковых системах. Фотохимические изменения гемопротеидов и их составных частей. Механизмы действия наиболее эффективных фотопротекторов.	

13	Фотохимия и фотофизика нуклеиновых кислот и их составных частей	Фотохимические превращения нуклеиновых кислот и их компонентов. Денатурация нуклеиновых кислот под воздействием ультрафиолетового излучения. Биологическое значение различных типов повреждений нуклеиновых кислот.	
14	Фотохимия, фотофизика липидов и биологических мембран	Действие ультрафиолетового излучения на липиды. Молекулярные механизмы фотоповреждения биологических мембран. Действие ультрафиолетового излучения на клетку. Механизмы фотореактивации.	
15	Люминесценция и хемилюминесценция биосистем в условиях различного микроокружения: законы, закономерности, виды, тушение, конформационное состояние белков, нуклеиновых кислот.	Люминесценция. Классификация различных видов люминесценции. Основные параметры люминесценции. Законы Стокса и Вавилова. Правило зеркальной симметрии. Эффект Шпольского. Тушение люминесценции. Поляризация люминесценции. Люминесценция и структура белков. Конформационные переходы и люминесценция белков. Люминесценция нуклеиновых кислот. Хемилюминесценция. Сверхслабая хемилюминесценция. Механизм хемилюминесценции. Радиолюминесценция и триболюминесценция.	
16	Лазерное излучение: механизмы действия на различные биосистемы, роль его в биологии и медицине	Биологическое действие лазерного излучения: белковые системы, биомембраны, клетки крови; первичные, вторичные механизмы его действия, активация (прайминг) пролиферации клеток. Клинические эффекты лазерного излучения.	

### 13.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)			
		Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в радиобиологию	2		4	6
2	Физические основы радиобиологии	4		4	6
3	Зависимость биологического эффекта от дозы радиации	4	6	6	16
4	Прямое и косвенное действие ионизирующей радиации	4	6	6	16
5	Реакции клеток на действие ионизирующих излучений	4	6	6	16
6	Модификация радиочувствительности	4	6	6	16
7	Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений	4		6	10
8	Радиационно-химические превращения биомолекул	4	6	6	16
9	Повреждения биомолекул и изменения метаболических процессов при действии радиации на организм	4		6	10
10	Предмет и проблемы современной фотобиологии	4		6	10
11	Основные понятия, термины, законы фотохимии и фотобиологии	4		6	10
12	Закономерности и особенности фотохимических превращений одно- и двухкомпонентных белков в условиях различного микроокружения	4	6	6	16

13	Фотохимия и фотофизика нуклеиновых кислот и их составных частей	4	6	6	16
14	Фотохимия, фотофизика липидов и биологических мембран	4	6	6	16
15	Люминесценция и хемилюминесценция биосистем в условиях различного микроокружения: законы, закономерности, виды, тушение, конформационное состояние белков, нуклеиновых кислот.	4	8	6	18
16	Лазерное излучение: механизмы действия на различные биосистемы, роль его в биологии и медицине	4	6	6	16
	Контроль				36
	Итого:	62	62	92	252

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Радиационная и фотобиофизика», расположенного по адресу: <https://edu.vsu.ru> на портале «Электронный университет ВГУ». Перед началом учебных занятий обучающийся должен:

1. Проверить наличие доступа к курсу. В случае выявления проблем своевременно обратиться к преподавателю или в службу технической поддержки.

2. Изучить интерфейс курса, знать способы взаимодействия с преподавателем в рамках ЭУК: сообщение на форуме, отправка личного сообщения, чат.

3. Ознакомиться с целью и задачами дисциплины, перечнем формируемых компетенций и результатов обучения, программой дисциплины, календарным планом, траекторией освоения дисциплины, комплексом вопросов и требований для промежуточной аттестации.

4. Ознакомиться с перечнем основной и дополнительной литературы, а также списком электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины. Получить доступ к электронным библиотечным системам, на которые оформлена подписка ФГБОУ ВО «ВГУ».

##### Проработка конспектов лекций, материалов учебника:

Внимательно ознакомьтесь с программой, учебным и календарным планами, с вопросами к аттестации. Изучая эти документы, постарайтесь вспомнить соответствующий учебный материал общих дисциплин – физики, химии, биологии и др. Выпишите в рабочую тетрадь те понятия, идеи и проблемы, которые вам незнакомы или встретились при изучении этих документов впервые. Изучайте учебный материал последовательно, соответственно рабочему плану. В случае необходимости возвращайтесь к учебникам по общим дисциплинам, обращайтесь к рекомендованной учебной литературе. При изучении каждой темы выписывайте новые понятия и термины в рабочую тетрадь. Используя глоссарий, учебники, энциклопедические словари, Интернет-ресурсы и другие информационные источники, раскройте их смысл. Внимательно ознакомьтесь с контрольными вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе. Из перечня тестов выберите те, которые относятся к изучаемой теме. Выполните их.

Если Вы не можете ответить на тестовый вопрос, вновь обратитесь к теоретическому материалу. Вычлените концептуальные идеи, заложенные в учебном материале, раскройте их смысл, обоснуйте и выпишите в рабочую тетрадь. Составьте по теме опорный конспект в виде плана-ответа на вопросы, выносимые на аттестацию.

#### Подготовка к лабораторным занятиям

Ознакомьтесь с планом занятия и списком рекомендованной к нему литературы. Изучите рекомендованную литературу. Начиная с оглавления. Выберите в нем темы, непосредственно относящиеся к проблеме занятия. Изучите их. Обдумайте ответы на вопросы. Используя дополнительную литературу, а также другие информационные источники, найдите примеры, подтверждающие варианты ваших ответов.

#### Подготовка к текущей и промежуточной аттестации

Внимательно ознакомьтесь с вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе.

### **15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) основная литература:**

№ п/п	Источн ик
1	Артюхов В.Г. Биофизика: учебник для ВУЗов / под ред. В.Г. Артюхова. — М. : Академический проект, 2009. — 294 с.
2	Рубин А.Б. Биофизика: в 2-х т. Т. 1: Теоретическая биофизика: учеб. — 3-е изд. /А.Б. Рубин. — М. : Наука, 2004. — 448 с. - <URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN5211061101.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN5211061101.html</a> >
3	Антонов В.Ф. Физика и биофизика / В.Ф. Антонов, А. В. Коржув .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2011. — <URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970420430.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970420430.html</a> >.

#### **б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
4	Артюхов В.Г. Гемопротеиды: закономерности фотохимических превращений в условиях различного микроокружения / В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 280 с.
5	Артюхов В.Г. Молекулярная биофизика: проблемы, методы исследования / В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. – 34 с.
6	Артюхов В.Г. Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических систем / В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева. – Воронеж: Изд-во Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1996. – 240 с.
7	Артюхов В.Г.Биофизика: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, Т.А. Ковалева , В.П. Шмелев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1994. – 336 с.
8	Артюхов В.Г.Биофизика: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, Т.А. Ковалева , В.П. Шмелев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1994. – 336 с.
9	Владимиров Ю.А. Лекции по медицинской биофизике: учеб. пособие / Ю.А. Владимиров, Е.В. Проскурнина. – М.: Академкнига, 2007. – 432 с.
10	Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов / Ю.А. Владимиров, А.Я. Потапенко. – М.: Высш. шк., 1989. – 199 с.
11	Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Ю.Б. Кудряшов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.
12	Кузин А.М. Идеи радиационного горемезиса в атомном веке /А.М. Кузин. – М.: Наука, 1995. – 158 с.

13	Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения / под ред. А.Б. Рубина. – М.: Наука, 1988. – 232 с.
14	Олигомерные белки: структурно-функциональные модификации и роль субъединичных контактов / В.Г. Артюхов и [др.]. – Воронеж: Изд-во Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997. – 264 с.
15	Пермяков Е.А. Метод собственной люминесценции белка / Е.А. Пермяков. – М.: Наука, 2003. – 189 с.
16	Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов и [др.]. – Воронеж: ВГУ, 2001. – 224 с.
17	Радиация и патология: учебное пособие / А.Ф. Цыб [и др.]. – М.: Высшая школа, 2005. – 341 с.
18	Рощупкин Д.И. Биофизика органов: учеб. пособие / Д.И. Рощупкин, Е.Е. Фесенко, В.И. Новоселов. – М.: Наука, 2000. – 255 с.
19	Рощупкин Д.И. Основы фотобиофизики: учеб. пособие / Д.И. Рощупкин, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997. – 116 с.
20	Рубин А.Б. Биофизика: В 2-х т. Т. 1: Теоретическая биофизика: учебник. – 3-е изд. /А.Б. Рубин. - М.: Наука, 2004. – 448 с.
21	Рубин А.Б. Биофизика: В 2-х т. Т. 2: Биофизика клеточных процессов: учебник. – 3-е изд. /А.Б. Рубин. - М.: Наука, 2004. – 469 с.
22	Рубин А.Б. Лекции по биофизике: учеб. пособие / А.Б. Рубин. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 168 с.
23	Современные методы биологических исследований. Практикум по биофизике / под ред. А.Б. Рубина. – М.: Высш. шк., 1988. – 359 с.
24	Фотобиология и мембранная биофизика / под ред. И.Д. Волотовского. – Минск: Технопринт, 1999. – 352 с.
25	Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие / Ярмоненко, А.А. Вайнсон. – М.: Высшая школа, 2004. – 549 с. С.П.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источ ник
28	Научная электронная библиотека. — <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
29	Электронная библиотека ФГБОУ ВПО «ВГУ». — <a href="https://www.lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml.simple_elib.xsl+rus">https://www.lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml.simple_elib.xsl+rus</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источн ик
1	Артюхов В.Г. Биофизика: учебник для ВУЗов / под ред. В.Г. Артюхова. — М. : Академический проект, 2009. — 294 с.
2	Артюхов В.Г. Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических систем / В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева. – Воронеж: Изд-во Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1996. – 240 с.
3	Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных Ярмоненко, А.А. Вайнсон. – М.: Высшая школа, 2004. – 549 с.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная лаборатория (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 61)	Специализированная мебель, рН-метр портативный HI83141; дистиллятор, 4 л/ч, нержавеющая сталь без бака накопителя, Liston; дозиметр-радиометр МКГ-01-10/10; микроскоп МБС - 10; микроскоп медицинский БИОМЕД исполнение БИОМЕД 2; рН-метр карманный, короткий электрод; спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ; вискозиметр
Лаборатория теоретической биофизики (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 59)	Специализированная мебель, проектор SANYO PLS-SL20, экран для проектора, ноутбук ASUS V6800V с возможностью подключения к сети «Интернет»
Дисплейный класс (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 67)	Специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в радиобиологию	ПК-2 ПК-4	ПК-2.2 ПК-4.1 ПК-4.2	Тестовые задания
2.	Физические основы радиобиологии			Тестовые задания
3.	Зависимость биологического эффекта от дозы радиации			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
4.	Прямое и косвенное действие ионизирующей радиации			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
5.	Реакции клеток на действие ионизирующих излучений			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
6.	Модификация радиочувствительности			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
7.	Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений			Тестовые задания
8.	Радиационно-химические превращения биомолекул			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
9.	Повреждения биомолекул и изменения метаболических процессов при			Тестовые задания

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	действию радиации на организм			
10.	Предмет и проблемы современной фотобиологии			Тестовые задания
11.	Основные понятия, термины, законы фотохимии и фотобиологии			Тестовые задания
12.	Закономерности и особенности фотохимических превращений одно- и двухкомпонентных белков в условиях различного микроокружения			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
13.	Фотохимия и фотофизика нуклеиновых кислот и их составных частей			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
14.	Фотохимия, фотофизика липидов и биологических мембран			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
15.	Люминесценция и хемилюминесценция биосистем в условиях различного микроокружения: законы, закономерности, виды, тушение, конформационное состояние белков, нуклеиновых кислот.			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
16.	Лазерное излучение: механизмы действия на различные биосистемы, роль его в биологии и медицине			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой, экзамен				<b>комплект КИМ для зачета с оценкой и экзамена</b>

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Пример лабораторной работы

**Лабораторная работа.** Определение бета-радиоактивности препарата с заданной степенью точности.

**Материалы и оборудование:** радиометр Б-3, радиоактивный препарат, секундомер.

**Цель работы:** определить радиоактивность препарата с заданной степенью точности.

#### Ход работы

Переключатель полярности пересчетного прибора поставить в положение «+». Включить установку в сеть, перед началом работы установка должна прогреться в течение 15-20 мин. Перед началом работы показания декартонов должны равняться нулю, для этого нужно нажать кнопку «Сброс». Для того, чтобы определить радиоактивность препарата с заданной точностью, надо пользоваться таблицей Бэлла. Для этого необходимо определить количество импульсов препарата с фоном ( $n$ ) и фона ( $n_{\text{ф}}$ ) за 1 мин. Измерения проводить не менее трех раз. Определить значение коэффициента  $K$  по формуле:  $K = n/n_{\text{ф}}$ . Пользуясь таблицей Бэлла, определить, какое количество импульсов нужно подсчитать для препарата с фоном ( $N_n$ ) и фона ( $N_{\text{ф}}$ ) при данном коэффициенте  $K$ . Степень точности, с которой нужно определить активность препарата, задается преподавателем. Рассчитать необходимое время счета импульсов препарата и фона:  $t_n = N_n/n_n$ ,  $t_{\text{ф}} = N_{\text{ф}}/n_{\text{ф}}$ . Время округлять до минут в сторону увеличения. С помощью счетчика радиоактивных частиц определить количество импульсов от препарата ( $N'_n$ ) и фона ( $N'_{\text{ф}}$ ) в течение времени  $t_n$  и  $t_{\text{ф}}$  соответственно. Полученные результаты занести в таблицу. Вычислить активность препарата ( $A_n$ ) и фона ( $A_{\text{ф}}$ ) по формулам:  $A_n = N'_n/t_n - N'_{\text{ф}}/t_{\text{ф}}$ ,  $A_{\text{ф}} = N'_{\text{ф}}/t_{\text{ф}}$ . Выразить активность препарата и радиоактивного фона в беккерелях и микрокюри. После окончания экспериментов проверить, с какой степенью точности  $\Delta$  были проведены подсчеты. Сделать вывод о радиоактивности фона и препарата.

#### **Ответить на вопросы:**

1. Что представляет собой радиоактивный распад элементов?
2. Дайте характеристику видов радиоактивного распада.
3. Сформулируйте закон радиоактивного распада.
4. Охарактеризуйте детекторы ионизирующих излучений.
5. Опишите применение радиоактивных изотопов в биологии и медицине.

### **Шаблон отчета о выполнении лабораторной работы**

Отчет о выполнении лабораторной работы № \_\_ <Название темы>, выполненной в рамках дисциплины Б1.Б.32 Общая и медицинская радиобиология обучающимся \_\_\_\_ курса <Ф.И.О.>, направление подготовки — 06.03.01 Биология, профиль Биофизика

#### **Цель работы:**

#### **Этапы работы:**

#### **Оборудование и материалы:**

**Ход работы:** (краткое описание хода работы с указанием первичных данных, расчетных формул, результатов промежуточных и конечных расчетов; иллюстративный материал (графики, фотографии и пр.), обобщающие таблицы)

#### **Выводы:**

#### **Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)**

Критериями оценивания выполнения лабораторной работы являются:

- подготовка к занятию (оформление занятия в рабочей тетради в соответствии с методическими рекомендациями);
- ответы на устные вопросы по теме занятия и содержанию лабораторной работы;
- активность и самостоятельность при выполнении заданий;
- оформление результатов в соответствии с методическими рекомендациями;
- умение анализировать, обсуждать полученные результаты и самостоятельно формулировать выводы.

Работа считается выполненной и зачтенной, если студент в конце занятия представил отчет в соответствии с данными методическими рекомендациями.

### **Перечень практических заданий**

#### **Примерная структура теста (вариант теста)**

**Задание № 1:** выбрать правильный ответ или правильные ответы:

1. Единицей поглощенной дозы является: а) Гр (Грей); б) Р (Рентген); в) рад; г) Бк (Беккерель).

2. Заряд, возникающий в единице массы поглотителя (в воздухе), - это: а) радиоактивность; б) поглощенная доза; в) экспозиционная доза; г) линейная плотность ионизации.
3. Единицей активности радионуклида является: а) Бк; б) Кл/кг; в) Дж/кг; г) Ки (Кюри).
4. Для расчета эквивалентной дозы необходимо знать: а) экспозиционную дозу; б) поглощенную дозу; в) взвешивающий коэффициент, характеризующий величину линейной передачи энергии излучения; г) мощность дозы.
5. Принцип, согласно которому только та часть энергии излучения вызывает изменения в веществе, которая поглощается данным веществом, сформулировал: а) Кюри; б) Беккерель; в) Гротгус; г) Кудряшов.
6. К ионизирующим излучениям относят: а) ИК-излучение; б) УФ-излучение; в)  $\gamma$ -излучение; г) видимое излучение.
7. Бета-частицы – это: а) ядра атома водорода; б) ядра атома гелия; в) электроны; г) нейтроны.
8. Величина потенциала ионизации составляет: а) 1 эВ; б) 10 эВ; в) 100 эВ; г) 1000 эВ.
9. Ионизацию атомов и молекул вызывает: а) УФ-излучение; б) видимое излучение; в) рентгеновское излучение; г) ИК-излучение.
10. Молекулярные механизмы биологического действия ионизирующей радиации изучает: а) фотобиология; б) радиационная биофизика; в) молекулярная биофизика; г) электромагнитная биология.
11. Период с 20-х годов до 1945 года XX века называют: а) описательным периодом в радиобиологии; б) количественной радиобиологией; в) периодом изучения механизмов модифицированной радиочувствительности; г) периодом изучения механизмов действия малых доз радиации.
12. Для характеристики различных видов ионизирующих излучений используют понятия: а) линейной передачи энергии; б) относительной биологической эффективности; в)  $D_{37}$ ; г) сечения мишени  $S$ .
13. Под «линейной передачей энергии» понимают: а) среднее число частиц, пролетающих через единичную площадку; б) среднее число ионов, образованных на единицу пути частицы; в) средние потери энергии на единицу пути частицы в пределах объема ее трека; г) величину энергии ионизирующего излучения, переданную веществу.
14. Кривые «доза-эффект» в случае одноударного процесса носят: а) S-образный характер; б) экспоненциальный характер; в) параболический характер; г) линейный характер.
15. Биофизическая трактовка экспериментальных кривых «доза-эффект» базируется на представлениях о: а) дискретной природе ионизирующих излучений; б) различной радиочувствительности биомолекул в облучаемой системе; в) вероятностном (статистическом) характере передачи энергии биообъекту; г) наличии в биообъектах систем репарации.
16. Мерой радиочувствительности клеток, определяемой по кривой выживания, служит: а) линейная передача энергии; б) относительная биологическая эффективность; в)  $D_{37}$ ; г) сечение мишени  $S$ .
17. Процесс передачи энергии излучения веществу реализуется во время: а) биологической стадии действия радиации; б) химической стадии действия радиации; в) физико-химической стадии действия радиации; г) физической стадии действия радиации.
18. Первичными продуктами радиолиза воды являются: а)  $H^{\cdot}$ ; б)  $OH^{\cdot}$ ; в)  $e_{гидр.}^{-}$ ; г)  $O^{2-}$ .
19. Косвенное (непрямое) действие радиации на молекулы связано с: а) непосредственным поглощением энергии излучения молекулами; б) образованием продуктов радиолиза воды; в) пероксидным окислением липидов; г) присутствием  $O_2$  в облучаемой системе.
20. Степень проявления реакций биомолекул на облучение – это: а)  $D_{37}$ ; б) радиационно-химический выход; в) радиочувствительность; г) процент инактивации.
21. Наибольшую радиочувствительность проявляют молекулы – биополимеры: а) белки; б) нуклеиновые кислоты; в) полисахариды; г) липиды.
22. Причиной более высокой радиочувствительности клеток по сравнению со свободными биомолекулами является: а) большие размеры клеток; б) наличие в клетке радиосенсибилизаторов; в) существование механизма усиления первичных радиационных изменений; г) способность клетки к самовоспроизведению.

23. Под влиянием ионизирующей радиации в клетке интенсифицируются процессы: а) пероксидного окисления липидов; б) образования активных форм кислорода; в) радиолиза воды; г) фотолиза воды.

24. Для объяснения механизма действия радиации на клетку с учетом состояния ее окислительно-восстановительного гомеостаза используют: а) принцип попадания и теорию мишеней (Кроутер, Ли, Циммер, Тимофеев-Ресовский); б) гипотезу липидных радиотоксинов и цепных реакций (Кудряшов); в) гипотезу «точечного нагрева» (Дессауэр); г) структурно-метаболическую теорию.

25. К наиболее радиочувствительным критическим органам человека относят: а) красный костный мозг; б) печень; в) гонады; г) кожу.

26. К основным лучевым синдромам относят: а) церебральный; б) костно-мозговой; в) кишечный; г) легочный.

27. К эффектам малых доз радиации относят: а) «эффект свидетеля»; б) эффект гормезиса; в) повышенную чувствительность к сверхмалым дозам радиации; г) «энергетический парадокс».

28. К радиопротекторам относят: а) серин; б) серотонин; в) цистамин; г) супероксиддисмутазу.

29. Возможные механизмы радиопротекторного действия биогенных аминов: а) создают временную тканевую гипоксию, так как оказывают сосудосуживающее действие; б) конкурируют за активные продукты радиолиза воды; в) образуют радиорезистентные комплексы с биогенными аминами; г) образуют комплексы с молекулами кислорода.

30. Вклад прямого действия радиации на клетки эукариот составляет: а) 100 %; б) 80-90 %; в) 10-20 %; г) 50 %.

31. Уровень активных форм кислорода при облучении клеток снижают: а) каталаза; б) фос-фолипаза; в) протеинкиназа; г) супероксиддисмутаза.

32. К радиационно-химическим изменениям нуклеиновых кислот относят: а) разрыв S-S-связей; б) двунитевые разрывы; в) разрушение азотистых оснований; г) разрыв пептидных связей.

33. Более высокую радиочувствительность из аминокислот проявляют: а) цистеин; б) тирозин; в) серин; г) пролин.

34. Гибель клеток при облучении происходит в результате: а) апоптоза; б) митоптоза; в) фенотоза; г) некроза.

35. Эффекты действия малых доз радиации на биосистемы связаны с: а) низкой величиной поглощенных доз радиации; б) активацией рецепторов, связанных с различными сигналтрансдукторными регуляторными системами клетки; в) активацией компонентов антиоксидантной системы; г) созданием временной тканевой гипоксии.

## **Задание № 2:** ответить на вопросы.

1. Определить правильную последовательность стадий лучевого поражения биомакромолекул. Стадии: А – миграция энергии внутри молекулы или между молекулами; В – инактивация молекул; С – перенос и поглощение молекулой дискретной порции энергии излучения; Д – химические изменения структурного звена («слабого звена») макромолекулы; Е – ионизация и возбуждение атомов и молекул.

2. Какие процессы происходят в клетке в результате воздействия оксирадиотоксинов (активных форм кислорода, продуктов пероксидного окисления липидов) на клетку и ее компоненты?

3. Перечислите возможные механизмы, благодаря которым в клетке снижается уровень оксирадиотоксинов (активных форм кислорода, продуктов пероксидного окисления липидов).

## **Задание № 3:** решить задачу.

Человек получил всем телом 0,08 Дж/кг гамма-излучения (поглощенная доза), тогда как другой, выпив радиоактивное вещество, получил дозу 700 мрад альфа-частиц. Который из них получит больше биологических повреждений?

## **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено правильно не менее 70 % тестовых заданий; оценка «не зачтено» - если выполнено правильно менее 70 % тестовых заданий, выполнены задания № 2 и № 3.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Перечень вопросов к зачету:

1. Радиобиология как предмет: проблемы, задачи, связь с другими дисциплинами. Радиация и жизнь. Радиобиология служит человеку.
2. Этапы развития радиобиологии.
3. Радиочувствительность. Диапазон различий радиочувствительности в природе.
4. Физические основы радиобиологии. Типы ионизирующих излучений. Электромагнитная и корпускулярная радиация.
5. Проникающая способность, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, линейная передача энергии излучения.
6. Относительная биологическая эффективность.
7. Связь радиобиологического эффекта с дозой облучения. Экспозиционная и поглощенная дозы.
8. Единицы измерения дозы, радиоактивности.
9. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Свободно-радикальные процессы при облучении воды и водных растворов.
10. Прямое и косвенное действие излучений на органические вещества и биологические макромолекулы.
11. Эффект разведения. Соотношение прямого и косвенного действия при облучении клетки.
12. Реакция клеток на облучение. Клеточная радиочувствительность. Летальные и нелетальные лучевые реакции клеток. Угнетение клеточного деления, повреждения хромосом.
13. Формы клеточной гибели и их наиболее вероятные причины. Внутриклеточная репарация.
14. Кривые выживаемости клеток как способ количественной регистрации зависимости эффекта облучения от дозы.
15. Показатели и критерии радиочувствительности и репаративной способности клеток. Механизмы клеточной радиочувствительности.
16. Модификация радиочувствительности. Средства ослабления и усиления лучевых реакций: протекторы и сенсibilizаторы.
17. Кислород – универсальный радиомодифицирующий агент. Кислородный эффект. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений. Принцип попадания и теория мишеней.
18. Гипотеза первичных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая гипотеза (теория) в радиобиологии. Наиболее общие радиационно-химические реакции аминокислот.
19. Радиационно-химические изменения алифатических аминокислот с чисто углеводородными радикалами: глицин, аланин, лейцин и их изомеры (1 группа).
20. Радиационно-химические превращения алифатических аминокислот, содержащих в радикале функциональную группу без двойной связи: серин, треонин, лизин, цистеин, метионин (2 группа).
21. Радиационно-химические превращения алифатических аминокислот, содержащих в остатке функциональную группу с двойной связью: аргинин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота (3 группа).
22. Радиационно-химические превращения циклических аминокислот: фенилаланин, тирозин, триптофан, гистидин, пролин, оксопролин.
23. Влияние вида и энергии излучения, мощности дозы, концентрации вещества, концентрации водородных ионов, добавок других соединений на радиационно-химические реакции, протекающие при радиоллизе аминокислот.

24. Основные радиационно-химические превращения пептидов в присутствии и в отсутствие кислорода.

25. Радиационно-химические превращения однокомпонентных и двухкомпонентных белков: образование радикалов пептидной группы; распад их с образованием амида и карбонильного соединения; повреждение первичной структуры, денатурация; деструкция их (агрегация и образование низкомолекулярных фрагментов); радиолитиз аминокислот; процессы миграции энергии электронного возбуждения; скрытые повреждения белковых молекул; нарушения вторичной и третичной типов структуры.

26. Действие радиации на ферменты: кинетика инактивации; индуцированные излучением радикалы; изменения в облученных молекулах фермента; выделение и идентификация продуктов облучения.

27. Радиационно-химические превращения гемопротеидов: гемоглобин, миоглобин, каталаза, пероксидаза, цитохром с и др.

28. Радиационно-химические превращения ДНК и ее компонентов.

29. Разнообразные изменения в ДНК при действии радиации на сухие препараты и растворы: индуцированные излучением свободные радикалы; химические изменения в облученной ДНК (азотистые основания, сахар).

30. Одно- и двухцепочечные разрывы ДНК. Разрыв водородных связей в ДНК под воздействием радиации.

31. Инактивация ДНК и РНК – следствие повреждения их макромолекулярной структуры: инфекционность (вирусы); трансформирующая активность; затравочная активность; гибриды ДНК-мРНК; трансляция; тРНК; инактивация рибосом.

32. Повреждение аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и ДНК при действии излучения на живой организм.

33. Изменение содержания свободных аминокислот, потеря и возрастание ферментативной активности.

34. Разобщение окислительного фосфорилирования. Повреждение системы генерирования АТФ. Увеличение активности АТФазы.

35. Действие радиации на биосинтез белков.

36. Действие радиации на структуру и обмен ДНК в клетке. Повреждения ДНП и РНП.

#### **Перечень вопросов к экзамену:**

1. Предмет фотобиологии. История становления фотобиологии как самостоятельной науки.

2. Возникновение молекулярной фотобиологии.

3. Проблемы современной фотобиологии. Основные методы фотобиологических исследований. Достижения молекулярной фотобиологии в России и за рубежом. Связь фотобиологии с другими науками. Молекулярная фотобиология и исследования в космическом пространстве, в медицине, сельском хозяйстве, промышленной микробиологии.

4. Значение электромагнитного излучения в видимой, ультрафиолетовой областях спектра для развития и существования биосферы. Особенности ультрафиолетового излучения как физического и биологического фактора.

5. Фотобиологические процессы. Общая схема фотобиологического процесса, последовательность и длительность отдельных связей, температурная зависимость; факторы, определяющие скорость и эффективность процесса в целом.

6. Классификация фотобиологических реакций (процессов). Фотохимические реакции. Законы и правила в фотохимии.

7. Кинетика обратимой и необратимой фотореакций. Поперечное сечение фотопроцесса, квантовый выход. Зависимость скорости фотопроцесса от интенсивности излучения.

8. Спектр действия и идентификация поглощающих веществ.

9. Краткий анализ механизма основных фотобиологических процессов (фотосинтез, зрение, фотоинактивация биополимеров).

10. Общие понятия о фотодинамическом и бактерицидном действии, фотореактивации, фототропизме, фототаксисе, фотопериодизме, фотоморфогенезе.

11. Фотохимические превращения белков: общие изменения белковых молекул, кинетика инактивации, фотолиз аминокислотных остатков в белковых молекулах.
12. Первичные фотофизические и фотохимические процессы в белках и ароматических аминокислотах: катион-радикалы, анион-радикалы аминокислот, сольватированные и гидратированные электроны и их свойства; свободные радикалы фенилаланина, тирозина, триптофана.
13. Фотохимические реакции в серосодержащих аминокислотах: цистеине, цистине, метионине.
14. Фотохимические реакции в белках под влиянием УФ-света различных длин волн и в условиях высоких и низких температур.
15. Обсуждение механизма фотоинактивации белков. Анализ наиболее удовлетворительных схем фотохимических реакций в белковых системах.
16. Фотохимические изменения гемопротеидов и их составных частей (гема и белка); общая характеристика повреждений; спектральные свойства растворов гемоглобина, облученного ультрафиолетовым светом в аэробных и анаэробных условиях; количественное изменение сульфгидрильных групп в облученных растворах; связь изменений числа этих групп с повреждением третичной структуры гемоглобина; изменение прочности связей гем-белок в гемоглобине под воздействием ультрафиолетового излучения; изменение интенсивности светорассеяния в облученных растворах оксигемоглобина; повреждения, возникающие под влиянием облучения в дезоксигемоглобине и метгемоглобине; изменения агрегированного и мономерного гема при облучении их щелочных растворов; нарушения, возникающие в гемоглобине в результате облучения его растворов ультрафиолетовым светом.
17. Механизмы действия наиболее эффективных фотопротекторов (серосодержащие, индолилалкиламины).
18. Фотохимические превращения цитохрома с, каталазы и других гемопротеидов.
19. Схема процессов окисления-восстановления атомов железа в гембелках при ультрафиолетовом облучении.
20. Фотохимические превращения нуклеиновых кислот и их компонентов: общие изменения ДНК и РНК; фотолиз пиримидинов; фотодимеризация тимина, урацила и цитозина; фотогидратация урацила и цитозина; фотолиз пуринов; фототаутомерия азотистых оснований; разрывы полинуклеотидных цепей ДНК; сшивки нуклеиновая кислота – белок.
21. Денатурация нуклеиновых кислот под воздействием ультрафиолетового излучения.
22. Биологическое значение различных типов повреждений нуклеиновых кислот.
23. Действие ультрафиолетового излучения на липиды.
24. Молекулярные механизмы фотоповреждения биологических мембран.
25. Действие ультрафиолетового излучения на клетку. Механизмы фотореактивации.
26. Люминесценция в природе. Использование люминесцентных явлений в биологии для качественного и количественного анализа биологически важных соединений, канцерогенов, антибиотиков, витаминов, гормонов. Применение люминесценции в физике и химии.
27. Классификация различных видов люминесценции. Свечение дискретных центров и рекомбинационное излучение. Люминесценция и тепловое излучение.
28. Основные параметры люминесценции. Спектры люминесценции, квантовый выход.
29. Длительность люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция.
30. Законы Стокса и Вавилова. Правило зеркальной симметрии. Эффект Шпольского.
31. Тушение люминесценции и ее длительность. Температурное тушение. Интеркомбинационная конверсия. Энергия активации этого процесса.
32. Концентрационное тушение. Теория ассоциации молекул. Миграционная теория.
33. Тушение люминесценции другими веществами. Различные типы тушителей.

Кинетика процессов тушения. Тушение люминесценции кислородом.

34. Поляризация люминесценции. Степень поляризации люминесценции и ее зависимость от молекулярного объема вещества и вязкости растворителя.

35. Поляризация люминесценции и упорядоченность молекул. Поляризационные спектры люминесценции.

36. Люминесценция белков и аминокислот. Люминесценция тирозина, триптофана и фенилаланина.

37. Собственно белковая люминесценция.

38. Фосфоресценция и ее основные параметры у различных групп белков. Поляризационные спектры люминесценции аминокислот и белков.

39. Электронные переходы и их ориентация в молекулах аминокислот. Деполяризация люминесценции.

40. Люминесценция и структура белков. Иодирование аминокислотных остатков в белке и интенсивность флуоресценции.

41. Внутримолекулярная миграция энергии.

42. Исследования структуры белков на примере рибонуклеазы люминесцентным методом.

43. Конформационные переходы и люминесценция белков. Полярность среды и интенсивность люминесценции белков.

44. Люминесценция нуклеиновых кислот. Люминесценция пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований. Люминесцентные свойства ДНК и РНК. Люминесценция других производных пурина и пиримидина.

45. Хемилюминесценция. Основные типы. Квантовый выход хемилюминесценции. Сверхслабая хемилюминесценция. Хемилюминесценция, обусловленная функционированием специфических систем в живом организме. Механизм хемилюминесценции.

46. Радиолюминесценция и триболюминесценция: природа, основные параметры. Радио- и триболюминесценция белков и аминокислот.

47. Биологическое действие лазерного излучения: белковые системы, биомембраны, клетки крови; первичные, вторичные механизмы его действия, активация (прайминг) пролиферации клеток.

48. Клинические эффекты лазерного излучения.

### Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине "Радиационная и фотобиология" проводится в форме устного опроса. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя 2 теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний. На подготовку ответа дается 30 минут.

### Примеры контрольно-измерительных материалов для промежуточной аттестации

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой биофизики и  
биотехнологии

\_\_\_\_\_ В.Г. Артюхов  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки **06.03.01 Биология**

Дисциплина **Б1.В.06 Радиационная и фотобиофизика**

Форма обучения **очная**

Вид контроля **зачет с оценкой**

Вид аттестации **промежуточная**

### Контрольно-измерительный материал №\_\_

1. Этапы развития радиобиологии.

2. Кислород – универсальный радиомодифицирующий агент. Кислородный эффект.

Преподаватель

В.Г. Артюхов

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой биофизики и  
биотехнологии  
\_\_\_\_\_В.Г. Артюхов  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки **06.03.01 Биология**  
Дисциплина **Б1.В.06 Радиационная и фотобиофизика**  
Форма обучения **очная**  
Вид контроля **экзамен**  
Вид аттестации **промежуточная**

**Контрольно-измерительный материал №\_\_**

1. Классификация фотобиологических реакций (процессов). Фотохимические реакции. Законы и правила в фотохимии.
2. Конформационные переходы и люминесценция белков. Полярность среды и интенсивность люминесценции белков.

Преподаватель

В.Г. Артюхов

**Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания**

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели:

- 1) знание современного состояния проблемы и достижений в изучаемой области;
- 2) умение излагать и критически анализировать профессиональную информацию; применять современные экспериментальные методы работы с биообъектами в лабораторных условиях;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 5) владение совокупностью лабораторных и компьютерных методов исследования белков и их комплексов; навыками работы с современной аппаратурой

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Полно раскрыто содержание материала в объёме программы. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание. Доказательства проведены на основе знания физических законов. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее. Твёрдые практические навыки.	<i>Отлично</i>
Раскрыто основное содержание материала. В основном правильно даны определения, понятия. Ответ самостоятельный. Материал изложен неполно, допущены неточности при формулировании выводов и использовании терминов. Практические навыки нетвёрдые.	<i>Хорошо</i>
Усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно. Определения и понятия даны не чётко. Допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах. Неумение использовать знания полученные ранее. Практические навыки слабые.	<i>Удовлетворительно</i>
Основное содержание учебного материала не раскрыто. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Допущены грубые ошибки в определениях. Нет практических навыков в использовании материала.	<i>Неудовлетворительно</i>