

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий
кафедрой
биофизики и
биотехнологии



В.Г. Артюхов
10.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 Радиационная биология

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:** 06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки:**
- 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;
Калаева Елена Анатольевна, канд. биол. наук, доцент
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета 04.03.2025,
протокол № 2
- 8. Учебный год:** 2028/2029

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение физической природы ионизирующих излучений и особенностей их взаимодействия с веществом для понимания сущности процессов, лежащих в основе детекции радиоактивных излучений; защиты биосистем от негативного действия радиации, применения радиоактивных излучений в научных исследованиях, медицине и фармакологии.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение физических основ явления радиоактивности и свойств ионизирующих излучений, механизмов действия ионизирующих излучений на биомакромолекулы, их комплексы и клетки; закономерностей поглощения энергии излучения биомакромолекулами; количественных характеристик зависимости биологического эффекта от поглощенной дозы излучения; механизмов действия радиопротекторов и радиосенсибилизаторов;

- освоение способов детекции радиоактивных излучений, методов исследования радиочувствительности биосистем и оценки степени тяжести радиационного поражения, радиоиндикаторных методов;

- изучение положений, лежащих в основе гигиенического нормирования действия радиации: современных принципов противорадиационной защиты; дозовых пределов облучения населения разных категорий; санитарных требований к организации работы в радиологической лаборатории и правил безопасной работы с открытыми и закрытыми источниками излучений; медико-санитарных мероприятий, снижающих последствия радиационных аварий.

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 физики, физической химии, биохимии, биофизики, молекулярной биологии.

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-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.2.	Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации.	Знать: теоретические основы радиационной биологии Уметь: применять теоретические знания для решения практических задач
ПК-3	Способен обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок под руководством специалиста более	ПК-3.1.	Демонстрирует способность обрабатывать полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	Знать: правила эксплуатации современного научного оборудования. Уметь: применять современные методы биофизического исследования для анализа макромолекулярных и клеточных систем.

	высокой квалификации			Владеть: навыками эксплуатации современного научного оборудования
--	----------------------	--	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 ЗЕ / 144 ч.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ семестра 8		...
Аудиторные занятия		80	80		
в том числе:	лекции	30	30		
	практические				
	лабораторные	50	50		
Самостоятельная работа		64	64		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час.)					
Итого:		144	144		

13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1	Введение в радиобиологию	Радиобиология как предмет: проблемы, задачи, связь с другими дисциплинами. Этапы развития радиобиологии.	
2	Физические основы радиобиологии	Радиочувствительность. Диапазон различий 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 сенсибилизаторы. 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.	
3. Лабораторные работы			
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 сенсибилизаторы. 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.	
---	---	---	--

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			2
2	Физические основы радиобиологии	2	4	8	14
3	Зависимость биологического эффекта от дозы радиации	2	8	8	18
4	Прямое и косвенное действие ионизирующей радиации	4	12	8	24
5	Реакции клеток на действие ионизирующих излучений	4	6	8	18
6	Модификация радиочувствительности	4	8	8	20
7	Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений	4		8	12
8	Радиационно-химические превращения биомолекул	4	12	8	24
9	Повреждения биомолекул и изменения метаболических процессов при действии радиации на организм	4		8	12
	Итого:	30	50	64	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Радиационная биология», 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. Начинайте 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. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Актуальная радиобиология: курс лекций / Л. А. Ильин [и др.]. — М. : Издательский дом МЭИ, 2015. — 240 с. — ЭБС «Консультант студента». — http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009321.html
2	Верещако Г. Г. Радиобиология: термины и понятия : энцикл. справ. / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. — Минск : Беларуская навука, 2016. — 340 с. — ЭБС «Консультант студента». — http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850820174.html
3	Кудряшов Ю. Б. Радиационная биофизика. Радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин. — М. : Физматлит, 2008. — 181 с.
4	Радиобиология. Радиационная безопасность сельскохозяйственных животных / В. А. Бударков [и др.]; под ред. В. А. Бударкова, А. С. Зенкина. — М. : КолосС, 2013. — 351 с. — ЭБС «Консультант студента». — http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953205368.html
5	Токсикология и медицинская защита : учеб. пособие / И. А. Белоногов, Д. А. Самохин. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 412 с. — ЭБС «Консультант студента». — http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850624116.html

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
12	Барсуков О.А. Радиационная экология / О.А. Барсуков, К.А. Барсуков. — М. : Научный мир, 2003. — 253 с.
13	Белозерский Г.Н. Радиационная экология : учеб. для студ. вузов / Г.Н. Белозерский. — М. : Academia, 2008. — 382 с.
14	Бычкова И.Б. Проблема отдаленной радиационной гибели клеток / И.Б. Бычкова. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 157 с.
15	Владимиров В.Г. Радиозащитные эффекты у животных и человека / В.Г. Владимиров, Т.К. Джаракян. — М. : Энергоиздат, 1982. — 89 с.
17	Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита : учебник / С.А. Куценко [и др.]. — СПб. : ФОЛИАНТ, 2004. — 526 с.
18	Гозенбук В.Л. Дозиметрические критерии тяжести острого облучения человека / В.Л. Гозенбук, И.Б. Кеирим-Маркус. — М. : Энергоатомиздат, 1988. — 184 с.
19	Гончаренко Е.Н. Химическая защита от лучевого поражения: Практическое руководство и лекции по радиационной биофизике : учеб. пособие / Е.Н. Гончаренко, Ю.Б. Кудряшов. — М. : Изд-во МГУ, 1985. — 249 с.
20	Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика : (ионизирующие излучения) : учеб. для студ. вузов. — М. : Физматлит, 2004. — 442 с.
21	Москалев Ю.И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / Ю.И. Москалев. — М. : Энергоатомиздат, 1989. — 263 с.
22	Мясина В.П. Избранные лекции по генетике человека и радиобиологии [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.П. Мясина, В.Н. Калаев ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-143.pdf >.
23	Петин В.Г. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере / В.Г. Петин, Г.П. Жураковская, Л.Н. Комарова. — Москва : ГЕОС, 2012. — 218 с.
24	Пивоваров Ю.П. Радиационная экология : учеб. пособие / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. — М. : Academia, 2004. — 238 с.
25	Руднев А.В. Радиационная экология : учеб. пособие / А.В. Руднев. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. — 87 с.
26	Смирнов С.Н. Радиационная экология : учеб. пособие / С.Н. Смирнов. — М. : МНЭПУ, 2000. — 134 с.
27	Старков В.Д. Радиационная экология : учеб. пособие / В.Д. Старков, В.И. Мигунов. — Тюмень : Тюменский дом печати, 2007. — 399 с.
28	Федоренко Б.С. Радиобиологические эффекты корпускулярных излучений. Радиационная безопасность космических полетов / Б.С. Федоренко. — М. : Наука, 2006. — 188 с.
29	Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие / С.П. Ярмоненко. — М. : Высш. шк., 1988. — 424 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE». — https://biblioclub.ru/
2	Электронно-библиотечная система «Лань». — http://www.e.lanbook.com .
3	Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — http://www.studentlibrary.ru/
4	Электронный каталог ЗНБ ВГУ. — https://lib.vsu.ru/zgate?Init+lib.xml,simple.xsl+rus
5	Научная электронная библиотека. — https://elibrary.ru/
6	PubMed. — ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Верещако Г. Г. Радиобиология: термины и понятия : энцикл. справ. / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. — Минск : Беларуская навука, 2016. — 340 с. — ЭБС «Консультант студента». — http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850820174.html
2	Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов [и др.] ; Воронеж. гос. ун-т ; под общ. ред. В.Г. Артюхова.

	— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. — 313 с.
3	Биофизика / В.Г. Артюхов [и др.] ; под ред. В.Г. Артюхова. — Екатеринбург ; М. : Деловая кн. : Акад. Проект, 2009. — 293 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.І, 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.І, 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.І, 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-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-3.1	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			Тестовые задания

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	действия ионизирующих излучений			
8.	Радиационно-химические превращения биомолекул			Тестовые задания, отчеты по лабораторным работам
9.	Повреждения биомолекул и изменения метаболических процессов при действии радиации на организм			Тестовые задания
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.				комплект КИМ

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:

- сдача лабораторных работ;
- выполнение практических заданий.

Описание технологии проведения

Пример лабораторной работы по учебной дисциплине

Б1.В.08 Радиационная биология

Лабораторная работа. Физико-химические основы действия ионизирующих излучений. Работа с приложениями RadLabs и Monirad.

Материалы и оборудование: Дозиметр-радиометр МКГ-01-10/10. Приложения RadLabs и Monirad

Цель работы: познакомиться с работой приложений RadLabs и Monirad, провести оценку радиационной обстановки в пределах учебного корпуса.

Ход работы

1. Установить приложения RadLabs и Monirad из Google Play и ознакомиться с их работой (Подробная инструкция доступна по ссылке: http://www.ecorad.com/bitrix/templates/aspro-scorp/images/RadLabs_0.pdf)
2. Провести измерение МАД последовательно на каждом этаже корпуса.
3. Провести измерение плотности потока β -частиц последовательно на каждом этаже корпуса.
3. Сохранить полученные результаты.
4. Проанализировать результаты и сделать вывод о радиационной обстановке в учебном корпусе.

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.

Описание технологии проведения текущей аттестации

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме отчетов о выполнении лабораторной работы.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Шаблон отчета о выполнении лабораторной работы

Цель 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;

– умение решать практические задания (задачи) по теме выполненной работы.

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) по учебной дисциплине Б1.В.08 Радиационная биология

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) γ -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) $O_2^{\cdot-}$.
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) фосфолипаза; 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) феноптоза; 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 биомолекул. 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 оксидантов (активных форм кислорода, продуктов перекисного окисления липидов) на клетку и ее компоненты?
3. Перечислите возможные механизмы, благодаря которым в клетке снижается уровень оксидантов (активных форм кислорода, продуктов перекисного 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:

- комплект КИМ для зачета;
- комплект КИМ для экзамена.

Перечень вопросов к зачету:

1. Понятие радиобиологии. Цель, задачи, методы исследования, связь радиобиологии с другими науками.
2. История становления радиобиологии.
3. Клиническая радиобиология. Радиобиологические принципы оптимизации лучевых методов терапии онкологических заболеваний.
4. Ядерная энергия. Ядерное оружие и ядерная энергетика.
5. Трагедия Хиросимы и Нагасаки. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС.
6. Перспективы ядерных отраслей народного хозяйства. Современная противорадиационная защита.
7. Суть явления радиоактивности и основные типы радиоактивных превращений ядер (альфа-распад, бета-превращения ядер, изомерный переход, спонтанное деление тяжелых ядер).
8. Природные радионуклиды. Радиоактивные ряды.
9. Искусственная радиоактивность. Методы искусственного получения радионуклидов. Закон радиоактивного распада.
10. Особенности взаимодействия тяжелых и легких заряженных частиц с веществом.
11. Характер взаимодействия нейтронов с веществом. Ядерные реакции. Явление наведенной радиоактивности.
12. Особенности взаимодействия различных видов излучений с биологическим веществом.
13. Космические лучи. Характеристика первичного и вторичного космического излучения.
14. Искусственные источники ионизирующих излучений. Принцип устройства и работы ядерного реактора.
16. Радионуклиды, появляющиеся в окружающей среде при радиационных авариях.
17. Ускорители заряженных частиц.
18. Принципы физической защиты от ионизирующих излучений.

19. Методы регистрации ионизирующих излучений (ионизационный, сцинтилляционный, химический и др.), применяемые, в медико-биологических исследованиях.

20. Радиометрия. Мера радиоактивности. Единицы активности (Бк, Ки). Абсолютная и относительная радиометрия. Эффективность счета.

21. Дозиметрия. Экспозиционная доза и единицы экспозиционной дозы (Кл/кг, Р). Поглощенная доза и единицы измерения поглощенной дозы (Гр, рад).

22. Энергетический парадокс в радиобиологии. Особенности взаимодействия ионизирующих излучений с биологическим веществом. Понятие относительной биологической эффективности.

23. Понятие радиочувствительности. Межвидовые, внутривидовые, индивидуальные, возрастные, сезонные различия радиочувствительности.

24. Радиочувствительность органов, тканей и клеток животных. Правило Бергонье и Трибондо.

25. Анализ радиочувствительности клеток в культуре. Кривые доза-эффект. Параметры радиочувствительности, определяемые по кривым доза-эффект (D_0 , D_{37} , D_q , n). Радиочувствительность ядра и цитоплазмы.

26. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Преобразование энергии ионизирующих излучений в биологическом материале. Радиоллиз воды и водных растворов биомолекул. Основные продукты радиоллиза воды и их роль в инактивации биомолекул. Влияние на ход радиоллиза ЛПЭ излучений, мощности дозы, присутствия кислорода в облучаемой среде. Радиационно-химический выход продуктов радиоллиза воды. Уравнение Харта. Эффект Дейла.

27. Вклад прямого и косвенного действия ионизирующих излучений в развитие радиобиологического эффекта.

28. Радиационно-химические превращения нуклеиновых кислот. Действие ионизирующих излучений на первичную, вторичную и третичную структуры ДНК. Радиоллиз азотистых оснований, моносахаридов, нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

29. Одиночные и двойные разрывы ДНК. Разрывы водородных связей. Образование внутримолекулярных и межмолекулярных сшивок.

30. Действие излучений на аминокислоты и белки.

31. Радиационно-химические превращения жирных кислот и фосфолипидов. Образование пероксидов липидов.

32. Радиационно-химические изменения порфиринов, гемов, гемопротейдов.

33. Оценка радиочувствительности основных биомолекул по величине радиационно-химического выхода их повреждений.

34. Радиочувствительность основных компонентов клетки.

35. Радиационное поражение нуклеиновых кислот в живой клетке. Изменение физико-химических свойств ДНК и ее функций. Радиочувствительность надмолекулярных структур ДНК. Морфометрический анализ изменений структуры интерфазного хроматина лимфоцитов как маркеров предшествующего облучения.

36. Генетические эффекты ионизирующей радиации. История развития радиационной генетики.

37. Классификация наследственных изменений. Точковые мутации, хромосомные aberrации, анеуплоидия, полиплоидия.

38. Молекулярные основы радиационного мутагенеза. Механизмы их возникновения, связь с дозой облучения.

39. Основные положения радиационной генетики. Значение изменений генетического материала для дальнейшей судьбы соматической и половой клеток. Нестабильность генома и облучение.

40. Задержка митоза. Зависимость продолжительности задержки митоза от дозы облучения и фазы клеточного цикла в период облучения. Причины задержки митоза.

41. Нарушение структуры и функций мембранных образований клетки. Радиочувствительность мембран клетки: радиочувствительные участки в цитоплазматической мембране. Эффект Петко. Летальные эффекты ионизирующей радиации.

42. Классификация форм гибели клеток. Цитологические различия и биохимические индикаторы апоптоза и некроза клеток.

43. Репродуктивная гибель клеток, методы ее идентификации и причины развития. Образование гигантских и полиплоидных клеток, их судьба.
44. Радиочувствительность клеток на разных стадиях жизненного цикла. Модификация радиочувствительности клеток кислородом. Связь коэффициента кислородного усиления с ЛПЭ излучений.
45. Действие на клетки радиосенсибилизаторов и радиопротекторов.
46. Радиационное поражение животных. Радиационные синдромы. Характеристика костномозгового, желудочно-кишечного синдромов и синдрома ЦНС; клеточные механизмы их развития.
47. Тканевая радиочувствительность и причины различной радиочувствительности тканей.
48. Понятие о критических системах организма. Причины гибели животных, облученных в разных диапазонах доз.
49. Лучевая болезнь человека при внешнем облучении.
50. Острая лучевая болезнь (ОЛБ) при относительно равномерном облучении. Костномозговая форма ОЛБ. Периоды развития и клиническая картина фаз периода формирования костномозговой формы ОЛБ.
51. Характеристика кишечной, токсической и церебральной формы ОЛБ. Объективные показатели тяжести ОЛБ и прогностические признаки исхода заболевания.
52. ОЛБ при неравномерном облучении с преимущественным поражением кожи, головы, грудной клетки, живота, спины. Принципы лечения ОЛБ.
53. Поражение человека инкорпорированными радионуклидами.
54. Пути поступления радионуклидов в организм, характер распределения и депонирования, пути выведения.
55. Клиническая картина острого и хронического поражения радиоактивным радием, стронцием, цезием, плутонием и суммой продуктов ядерного деления.
56. Методы ограничения поступления радионуклидов в организм и ткани, методы ускорения выведения радионуклидов.
57. Отдаленные последствия облучения. Классификация отдаленных эффектов ионизирующей радиации.
58. Характеристика опухолевых (гормон-зависимых и гормон-независимых) и неопухолевых (гипо- и апластических, склеротических процессов, дисгормональных состояний) отдаленных последствий.
59. Преждевременное старение и сокращение продолжительности жизни. Зависимость доза — эффект и патогенетические механизмы формирования отдаленных эффектов.
60. Действие ионизирующей радиации на зародыш и плод. Радиочувствительность эмбриона в разные периоды его развития. Дозы, вызывающие внутриутробную гибель, пороки развития, поражение ЦНС, канцерогенез, генетические заболевания.
61. Исследования на лабораторных животных и анализ результатов внутриутробного облучения человека. Механизмы развития непосредственных и отдаленных эффектов внутриутробного облучения.
62. Биологические эффекты малых доз радиационных воздействий
63. Основные группы теорий биологического действия излучений. Принцип попадания и мишени в радиобиологии. История количественной радиобиологии.
64. Основные положения «теории точечного тепла». Основные понятия (эффективный объем, место действия, реагирующая единица, место реакции). Квантованный характер передачи энергии веществу, неоднородность биообъекта и вероятностный характер попадания энергии излучения. Границы применения принципа попадания и мишени.
65. Стохастическая теория биологического действия ионизирующих излучений. Вероятностная модель поражения клеток.
66. Этапы формирования радиационного поражения клетки. Связь между конечным радиобиологическим эффектом и дозой облучения, ЛПЭ излучений, способностью клетки к репарации повреждений.
67. Гипотеза липидных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая теория.
68. Единая теория биологического действия ионизирующих излучений — теория, охватывающая комплекс последовательных событий от момента физического процесса

передачи энергии излучения веществу, через цепь физико-химических, химических и биохимических процессов до конечного радиобиологического эффекта.

69. История развития представлений о допустимых уровнях облучения человека. Цель и задачи современной противорадиационной защиты.

70. Анализ естественных и искусственных источников облучения человека. Естественный радиационный фон Земли, его составляющие и величина. Изменение радиационного фона после испытаний и применения ядерного оружия, изготовления и переработки ядерного горючего и эксплуатации ядерных энергетических установок. Масштабы радиационного воздействия на людей при использовании источников излучений в медицине.

80. Оценка риска появления отрицательных последствий облучения. Распределение доз облучения среди населения. Расчет приемлемости и обоснованности риска отрицательных последствий от применения ионизирующих излучений и ядерной энергии в практической деятельности человека.

81. Оценка риска облучения населения в малых дозах и концепция о беспороговом характере канцерогенных и генетических эффектов облучения.

82. Принципы установления предельных уровней облучения. Дозовые пределы облучения. Категории облучаемых лиц и групп критических органов. Основные дозовые пределы. Допустимая мощность дозы облучения. Планируемое повышенное облучение персонала при радиационной аварии. Ограничения допустимых доз облучения для детей и лиц репродуктивного возраста.

83. Неионизирующие излучения электромагнитного диапазона, природные источники неионизирующих излучений. Гигиеническое нормирование в России и за рубежом. Особенности биологического действия неионизирующих излучений. Использование в медицине.

84. Радиоиндикаторные методы в биологии. Принцип метода и сфера применения. Преимущество перед другими методами исследования биологических процессов. Основные предпосылки надежности метода в анализе результатов. Метод двойной изотопной метки. Физические характеристики радионуклидных меток (^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{125}I).

85. Радионуклидная диагностика. Методы современной радионуклидной диагностики (гамма-сцинтиграфия, эмиссионная однофотонная и двухфотонная томография).

86. Требования, предъявляемые к радиофармацевтическим препаратам. Физические характеристики радионуклидных меток ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I , ^{67}Ga , ^{127}Xe , ^{201}Tl , ^{11}C , ^{15}O , ^{18}F , ^{13}N). Преимущества радионуклидной диагностики перед другими методами.

87. Расчет лучевых нагрузок на орган и организм в целом при введении радиофармацевтических препаратов.

88. Организация работы радиологической лаборатории.

89. Санитарно-гигиенические требования к радиологической лаборатории в зависимости от класса работ. Предельно допустимые активности радионуклидов на рабочем месте в зависимости от их радиотоксичности и класса лаборатории.

90. Современные методы лучевой терапии опухолей. Дистанционная, внутритканевая, внутритканевая, аппликационная терапия.

91. Характеристика радионуклидов как источников излучения в радиотерапии. Применение рентгено- и гамма-установок, линейных ускорителей, нейтронных источников.

92. Перспективы использования тяжелых ядерных частиц и нейтронзахватной терапии в лечении онкологических заболеваний.

93. Проблема управления лучевыми реакциями нормальных и опухолевых тканей. Фракционирование дозы облучения, кинетика клеточных популяций при фракционированном облучении.

94. Понятие о реоксигенации опухоли. Выбор оптимальных режимов фракционирования.

95. Применение радиосенсибилизаторов для преодоления радиоустойчивости гипоксической фракции опухолевых клеток.

96. Гипертермия и гипергликемия в лучевой терапии.

97. Защита здоровых тканей путем создания умеренной гипоксии во время облучения (дыхание ГГС); избирательное действие ГГС на нормальные ткани. Применение радиопротекторов.

98. Рентгенодиагностика.

99. Радиопротекторы, их классификация и химическая структура. Критерии защитного действия радиопротекторов. Фактор изменения дозы (ФИД). Механизмы защитного эффекта: изменение физико-химических свойств биомолекул, гипотеза «биохимического шока», «сульфгидрильная» гипотеза. Роль З. Бака, Э.Я. Граевского, Ю.Б. Кудряшова в изучении радиопротекторов и механизмов их защитного эффекта.

100. Особенности фармакокинетики и фармакодинамики лекарственных средств в облученном организме.

101. Медико-санитарные мероприятия, направленные на снижение последствий радиационных аварий.

102. Профилактические мероприятия при разных уровнях радиационного загрязнения территорий, продуктов питания и радиационного воздействия на людей.

103. Критерии, определяющие выделение зоны отчуждения, зоны отселения и зоны с льготным социально-экономическим статусом.

104. Анализ крупных радиационных аварий. Медико-социальные последствия аварии на ЧАЭС.

105. Проблемы малых доз радиационных воздействий. Радиоадаптация. Радиационный гормезис. Радиосенсибилизация факторами окружающей среды

105. Использование радиационных технологий в технике, сельском хозяйстве, науке.

106. Достижения и перспективы научных исследований в области радиобиологии.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

Примеры контрольно-измерительных материалов для промежуточной аттестации

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой биофизики и
биотехнологии

В.Г. Артюхов
04.03.2025

Направление подготовки **06.03.01 Биология**
Дисциплина **Б1.В.08 Радиационная биология**
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

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------

Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области радиобиологии, демонстрирует знания, умения и навыки объеме вопросов КИМ	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач, тем не менее, может откорректировать ответ после наводящих вопросов преподавателя	<i>Хорошо</i>
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков проверяемым показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач, но отвечает на дополнительные вопросы преподавателя	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков проверяемым показателям, не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя	<i>Неудовлетворительно</i>

20.3. Задания, рекомендованные к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения дисциплины

Тесты

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.

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.

Единицей поглощенной дозы в системе СИ является:

- а) Гр (Грей);
- б) Р (Рентген);
- в) рад;
- г) Бк (Беккерель).

Краткий ответ

Единицей активности радионуклида является _____

Ответ: Беккерель (Бк).

Альфа-частицы представляют собой _____

Ответ: ядра атомов гелия

Средней сложности

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.

Ответ: С-А-Е-Д-В

Сложный развернутый ответ

1. Радионуклидная диагностика. Методы современной радионуклидной диагностики (гамма-сцинтиграфия, эмиссионная однофотонная и двухфотонная томография).

Ответ: В настоящее время выделяют следующие радионуклидные методы:

1) радиометрию, лабораторную (*in vitro*) и клиническую (*in vivo*);

2) радиографию (гамма-хронография);

3) сканирование (гамма-топография);

4) сцинтиграфию (гамма-топография), подразделяющуюся на динамическую и статическую;

5) эмиссионную компьютерную томографию, включающую:

— однофотонную эмиссионную компьютерную томографию;

— позитронную (двухфотонную) эмиссионную компьютерную томографию.

Сцинтиграфия — метод радионуклидного исследования внутренних органов, основанный на оценке распределения введенного в организм радиофармацевтического препарата (РФП), которая осуществляется с помощью сцинтилляционной гамма-камеры.

Гамма-камеры имеют в своем составе детектор (сцинтилляционный кристалл, обычно это кристалл йодида натрия), который является приемником гамма-излучения.

Фотоэлектронные умножители (ФЭУ) преобразуют энергию световых вспышек кристалла в электрические импульсы и усиливают их. Пучок излучения направляется на кристалл сменными свинцовыми коллиматорами (тубусами для экранирования детектора).

Поступающие через специальные отверстия в коллиматоре гамма-кванты от РФП, распределенного в теле пациента, возбуждают в кристалле вспышки — сцинтилляции.

Фотографическая или поляроидная камера, приставленные к электроннолучевой трубке, позволяют получать фото- или поляроидные изображения, называемые сцинтиграммами.

Современная сцинтилляционная гамма-камера оснащена специализированной ЭВМ, в памяти которой регистрируются изображения распределения РФП в исследуемой области. В отличие от сканирования, при сцинтиграфии регистрация излучения ведется одновременно по всей исследуемой области, что дает возможность определять характер перемещения РФП в исследуемом органе.

По сравнению с планарной (плоскостной) сцинтиграфией однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) обладает более высокой разрешающей способностью. При однофотонной томографии используют такие же средне- и короткоживущие радионуклиды, как и применяемые для проведения сцинтиграфии.

Физические основы метода ОФЭКТ дают возможность получить послойную картину распределения радиоиндикатора в органе с последующей реконструкцией его трехмерного изображения. Устройство для проведения ОФЭКТ представляет собой такую же гамма-камеру, которая используется при планарной сцинтиграфии. Однако при проведении исследований детектор гамма-квантов движется относительно тела пациента, обычно совершая круговые или дугообразные (секторные) перемещения. Для увеличения скорости сканирования в современных радионуклидных томографах используют систему, состоящую из двух или даже трех детекторов.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) — это один из новейших методов радионуклидной диагностики, основанный на применении радиофармпрепаратов, меченных изотопами, являющимися позитронными излучателями. В основе принципа позитронно-эмиссионной томографии лежит явление регистрации двух противоположно направленных гамма-лучей одинаковых энергий, возникающих в результате аннигиляции. Процесс аннигиляции происходит в тех случаях, когда излученный ядром радионуклида позитрон встречается с электроном в тканях пациента.

Физические основы метода. После эмиссии из ядра атома позитрон проходит в окружающих тканях расстояние, равное 1—3 мм, теряя энергию при соударении с другими молекулами. В момент остановки позитрон соединяется с электроном, и масса обеих частиц превращается в энергию двух высокоэнергетических гамма-квантов, разлетающихся в противоположные

стороны (происходит аннигиляция). В позитронно-эмиссионном томографе происходит регистрация этих гамма-квантов с помощью нескольких колец детекторов, окружающих пациента. При помощи блока совпадений томограф выделяет только те гамма-кванты, которые зарегистрированы одновременно, формируя так называемую «линию ответа». Затем компьютерная система томографа суммирует все линии ответа от пар детекторов, зарегистрированные за время записи и реконструирует изображение по алгоритму, сходному с используемыми в КТ, МРТ и ОЭКТ. Изотопы для ПЭТ вырабатывают на месте проведения исследования. Это связано с тем, что большинство используемых в методе ПЭТ изотопов являются ультракороткоживущими. Время их жизни исчисляется несколькими минутами и даже секундами.

2. Решите задачу. Мягкие ткани человека подвергаются радиоактивному облучению в течение 1,5 часов, при этом экспозиционная доза составила 0,6 Рентгена. Какова мощность экспозиционной дозы? Чему равна поглощенная доза в радах? Как соотносятся между собой поглощенная и биологическая дозы?

Решение: 1) $D_{\text{эксп}} = Pt$, где $D_{\text{эксп}}$ - экспозиционная доза, P - мощность дозы, t - время облучения. Следовательно,

$$P = D_{\text{эксп}}/t = 0,6 \text{ Р}/1,5 \text{ ч} = 0,4 \text{ Р/час.}$$

2) При экспозиционной дозе 1 Р поглощенная доза в воздухе равна 0,88 рад. В большинстве случаев 0,88 округляют до 1,0, приравнивая рад к Рентгену:

$$D_{\text{погл}} = 0,6 \text{ рад.}$$

3) Для мягких тканей 1 рад=1 бэр, следовательно,

$$D_{\text{биол}} = 0,6 \text{ бэр.}$$

4) $D_{\text{биол}} = KD_{\text{погл}}$, где $D_{\text{биол}}$ - биологическая, или эквивалентная, доза; $D_{\text{погл}}$ - поглощенная доза; K - коэффициент качества, зависящий от вида излучения. Этот коэффициент для фотонов, электронов и мюонов равен 1, для альфа-частиц принят равным 20, для протонов — от 2 до 5, а для нейтронов сильно зависит от энергии, достигая 20 в интервале энергий от 100 кэВ до 2 МэВ.