



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет
Кафедра биохимии и биофизики



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и
инновациям

Н.А. Ашурбеков

«15» марта 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Биофизика ионизирующих излучений»

по направлению подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Профиль подготовки
03.01.02 Биофизика

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Статус дисциплины: дисциплина по выбору

Махачкала - 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 – Биологические науки, уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» от 30 июля 2014 г. № 871

Разработчик: кафедра биохимии и биофизики, Халилов В.А., к.б.н., доцент _____, и Джафарова А.М., к.б.н., доцент _____

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры биохимии и биофизики от 26 января 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой _____ Халилов Р. А.

на заседании Методической комиссии биологического факультета от 27 января 2021 г., протокол №5

Председатель _____ Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «15» марта 2021 г. _____ Э. Т. Рамазанова

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина входит в вариативную по выбору часть блока 1 «Обязательные дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации по направлению подготовки 06.06.01 – Биологические науки.

Объём курса – 2 зачетные единицы (72 академических часа): 6 академических часов лекций; 6 академических часов практических занятий; 60 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов. Форма промежуточной аттестации – зачет.

Дисциплина реализуется кафедрой биохимии и биофизики.

Целью курса является формирование у аспирантов фундаментальных знаний о физических принципах влияния ионизирующих излучений различной природы на биологические системы

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании знаний:

- о механизмах взаимодействия ионизирующих излучений различной природы с веществом
- об основах радиационной дозиметрии
- о механизмах прямого и косвенного влияния ионизирующих излучений на структуру биомолекул (белков, нуклеиновых кислот, липидов) и возможностях репарации радиационных повреждений
- о механизмах развития радиационных повреждений на уровне биологических мембран, клеток, органов и организма и способах их протекции
- о механизмах возникновения и развития различных форм лучевой болезни и её отдаленных последствий
- о возможностях, областях применения и механизмах действия на организм радионуклидов, радиосенсибилизаторов и радиопротекторов

Содержание дисциплины охватывает весь круг вопросов, связанных с физическими принципами взаимодействия ионизирующих излучений с веществом; с механизмами развития радиационных структурно-функциональных повреждений на различных уровнях организации биосистем (молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном); со способами протекции радиационных повреждений и областями применения ионизирующих излучений в биологии и медицине.

Для изучения дисциплины аспиранты должны обладать базовыми знаниями по биохимии, цитологии, генетике, неорганической химии, физике.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции

Общепрофессиональные компетенции

ОПК-1, ОПК-2

Профессиональные компетенции

ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

Знать: 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ОПК-2), 32(ОПК-2), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 31(ПК-5), 32(ПК-5)

Уметь: У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У2(ПК-1), У1(ПК-3), У1(ПК-4) У2(ПК-4), У1(ПК-5), У2(ПК-5)

Владеть: В1(ОПК-1), В2(ОПК-1), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В1(ПК-5), В2(ПК-5)

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 06.06.01. Биологические науки, изучающих дисциплину «Биофизика ионизирующих излучений».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/06.06.01.pdf>, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ №871 от 30 июля 2014 г.;
- Образовательной программой 06.06.01 – Биологические науки.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 06.06.01 – Биологические науки утвержденным Ученым советом ДГУ протокол №7 от 29.03 2018 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Год	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	Все го	в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем, из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
2	72	6		6	-	-	60	зачет

Цели задачи изучения освоения дисциплины.

Целью курса является формирование у аспирантов фундаментальных знаний о физических принципах влияния ионизирующих излучений различной природы на биологические системы

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании знаний:

- о механизмах взаимодействия ионизирующих излучений различной природы с веществом
- об основах радиационной дозиметрии
- о механизмах прямого и непрямого влияния ионизирующих излучений на структуру биомолекул (белков, нуклеиновых кислот, липидов) и возможностях репарации радиационных повреждений
- о механизмах развития радиационных повреждений на уровне биологических мембран, клеток, органов и организма и способах их протекции
- о механизмах возникновения и развития различных форм лучевой болезни и её отдаленных последствий

- о возможностях, областях применения и механизмах действия на организм радионуклидов, радиосенсибилизаторов и радиопротекторов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Компетенции	Результаты освоения ОПОП	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><i>Знать:</i> основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации.</p> <p><i>Уметь:</i> находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности; обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики; анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований; собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа; выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование, оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной проблематикой, соблюдения научной этики и авторских прав.</p> <p><i>Владеть:</i> инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии; навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях.</p>
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><i>Знать:</i> нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования; основные принципы построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта</p> <p><i>Уметь:</i> доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин</p>

		<p>плин биологических наук; осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук</p> <p><i>Владеть:</i> технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования; методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)</p>
ПК-1	<p>Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению подготовки</p>	<p><i>Знать:</i> современное состояние науки в области биологии; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий; методы исследования и проведения экспериментальных работ.</p> <p><i>Уметь:</i> самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку; представлять результаты.</p> <p>НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p><i>Владеть:</i> методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю); методами и приемами экспериментальных исследований в области биологии.</p>
ПК-3	<p>Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знать:</i> теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биологии; базовые принципы знаний, основные приемы, используемые в биологии.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования электронных библиотек и биоинформатических интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения.</p>
ПК-4	<p>Обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, способность проводить обработку и анализ научных результатов, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и ста-</p>	<p><i>Знать:</i> нормативные требования к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов; требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p><i>Уметь:</i> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях; готовить заявки на финансирование НИР в области биологии по соответствующему про-</p>

	тьи в ведущих профильных журналах	филю. <i>Владеть:</i> навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций.
ПК-5	Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и Вузе	<i>Знать:</i> современное состояние науки в области биологических наук; способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей. <i>Уметь:</i> преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины; разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин. <i>Владеть:</i> методами и технологиями межличностной коммуникации.

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дискрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Общепрофессиональные	ОПК-1	Знает основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения, а также основные источники и методы поиска научной информации. Применяет наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности. Демонстрирует умение обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики. Анализирует , систематизирует и усваивает передовой опыт проведения научных исследований. Умеет собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа; Способен выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование, оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной	тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе

		<p>проблематикой, соблюдения научной этики и авторских прав.</p> <p>Владеет инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии; навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях</p>	
	ОПК-2	<p>Демонстрирует знание нормативно-правовых основ преподавательской деятельности в системе высшего образования; основных принципов построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта</p> <p>Способен доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук; осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук</p> <p>Владеет технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования; методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)</p>	<p>тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе</p>
Профессиональные	ПК-1	<p>Демонстрирует понимание современного состояния науки в области биологии.</p> <p>Знает порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий.</p> <p>Применяет современные методы исследования и проведения экспериментальных работ.</p> <p>Умеет самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку.</p> <p>Может представлять результаты НИР (в</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, доклад, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков использования современных методов исследования и проведения экспериментальных работ</p>

	<p>том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p>Владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю); методами и приемами экспериментальных исследований в области биологии.</p>	
ПК3	<p>Применяет теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биологии, а также базовые принципы знаний, основные приемы, используемые в биологии.</p> <p>Демонстрирует навыки выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований.</p> <p>Использует научно-техническую информацию.</p> <p>Демонстрирует навыками использования электронных библиотек и биоинформатических интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, презентация, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований и использования научно-технической информации</p>
ПК-4	<p>Демонстрирует знание нормативных требований к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов.</p> <p>Знает требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Умеет представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях;</p> <p>Использует свои знания для подготовки заявок на финансирование НИР в области биологии по соответствующему профилю.</p> <p>Владеет навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков оформления рукописей научных работ и представления результатов в виде отчетов и публикаций</p>
ПК-5	<p>Демонстрирует знания современного состояния науки в области биологии.</p> <p>Понимает способы представления и методы передачи информации для раз-</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат, отчет: выполнение</p>

		личных контингентов слушателей. Владеет методами преподавания учебных предметов, курсов, дисциплин. Демонстрирует навыки разработки научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин. Использует методы и технологиями межличностной коммуникации.	заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков преподавания учебных дисциплин и подготовки учебно-методических материалов
--	--	---	---

3. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина относится к вариативной части программы (Блок 1). Изучение данной дисциплины базируется на принципах преемственности Программы подготовки магистров, а также закрепляет знания, умения, навыки, сформированные у аспирантов в результате освоения дисциплин «Биофизика», «Молекулярная биофизика» и базовых дисциплин (Блок 1).

Навыки и умения, приобретённые в результате изучения дисциплины «Биохимические механизмы гипометаболических состояний позвоночных», необходимы аспиранту как предшествующие при освоении дисциплин по выбору, а также Блока 2 «Практики», Блока 3 «Научные исследования», Блока 4 «Государственная итоговая аттестация».

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Год	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятел. раб.		
Модуль 1. Виды ионизирующих излучений и механизмы их влияния на вещество									
1	1. Виды ионизирующих излучений. Радиоклиды 1.1. Виды ионизиру-	2		1	1			7	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов,

	ющих излучений 1.2. Механизмы взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом								работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
2	2. Дозиметрия ионизирующих излучений. 2.1. Единицы измерения ионизирующего излучения 2.2. Основы Радиационной дозиметрии. Коэффициент радиационного риска. 2.3. Детекторы ионизирующих излучений.	2 2		1	1			7	
3	3. Свободно - радикальные процессы при облучении воды и водных растворов. 3.1. Действие ионизирующих излучений на воду 3.2. Активные формы кислорода и их роль в повреждении биоструктур. 3.3. Роль антиоксидантов в перехвате и инактивация АФК.	2						7	
4	4. Прямое и непрямое действие ионизирующих излучений на биополимеры 4.1. Влияние ионизирующих излучений на аминокислоты и белки 4.2. Влияние ионизирующих излучений нуклеиновые кислоты 4.3. Влияние ионизирующих излучений на липиды. Пе-	2		1	1			9	Устный и письменный опрос, программный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программный опрос, выполнение кон-

	рекисное окисление липидов								трольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
	<i>Итого по модулю 2:</i>			3	3			30	
Модуль 2. Эффекты ионизирующих излучений на клетки, ткани, органы и организм человека, способы защиты.									
5	1. Радиационные эффекты на клеточном уровне 1.1. Принцип попадания в радиобиологии. Теория мишени 1.2. Повреждающее действие радиации на клетки	2		1	1			7	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации.
6	2. Действие радиации на органы и ткани. 2.1. Радиочувствительность различных органов и тканей. 2.2. Действие радиации на костную, мышечную ткани, на органы и системы органов	2		1	1			7	Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программированный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
7	3. Действие радиации на организм млекопитающих 3.1. Радиационные синдромы 3.1. Лучевая болезнь человека 3.3. Биологическая противолучевая защита организма. Механизмы противолучевой защиты. Гигиена радиационной безопасности	2		1	1			7	
8	4. Инкорпорированные радионуклиды и их эффекты на организм человека	2						9	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление

4.1 Биохимическая характеристика «радиационного стресса», вызываемого инкорпорированными радионуклидами.								рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
<i>Итого по модулю 2:</i>	2		3	3			30	
Итого за семестр:	72		6	6			60	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Виды ионизирующих излучений и механизмы их влияния на биомолекулы

Раздел 1. Виды ионизирующих излучений, радионуклиды

Тема 1.1. Виды ионизирующих излучений. Радионуклиды

Общая характеристика ионизирующих излучений. Электромагнитные и корпускулярные излучения. Применение в медицине, сельском хозяйстве и биологии. Радионуклиды. Радиоактивность. Естественная радиоактивность и искусственная радиоактивность. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада и типы радиоактивного распада. Естественные источники радиации. Земные источники радиации. Космические излучения. Галактическая радиация. Радиационные пояса земли. Радиоактивные элементы земных пород и пищи. Радиационные пояса Земли. Гигиена радиационной безопасности. Ядерные реакторы.

Тема 1.2. Механизмы взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом

Линейная плотность ионизации. Механизмы взаимодействия корпускулярных и электромагнитных излучений с веществом. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование электрон-позитронных пар. Механизмы размена энергии корпускулярного излучения. Ионизация вещества потоками элементарных частиц. Механизм действия нейтронного излучения.

Раздел 2. Дозиметрия ионизирующих излучений

Тема 2.1. Единицы измерения ионизирующего излучения

Единицы радиоактивности. Единицы радиоактивности. Единицы дозы излучения. Экспозиционная доза. Поглощённая доза. Эквивалентная доза.

Тема 2.2. Основы Радиационной дозиметрии. Коэффициент радиационного риска.

Способы измерения радиоактивности. Биологические методы дозиметрии. Физические (ионизационные) методы дозиметрии. Ионизационная камера. Газоразрядные счетчики. Сцинтилляционные (люминесцентные) методы дозиметрии. Фотохимические методы дозиметрии. Химические методы.

Тема 2.3. Детекторы ионизирующих излучений.

Приборы для регистрации ионизирующего излучения. Полупроводниковые приборы, реагирующие на излучения. Индикаторы. Рентгенметры. Дозиметры. Радиометры.

Раздел 3. Свободно -радикальные процессы при облучении воды и водных растворов.

Тема 3.1. Действие ионизирующих излучений на воду

Радиолиз воды. Процессы радиолиза: Ионизация молекулы воды с потерей. Образование высокореактивного радикала гидроксила, гидропероксидный радикала, перекись водорода атомарного кислорода. Суперокидный радикал.

Тема 3.2. Активные формы кислорода и их роль в повреждении биоструктур.

Активные формы кислорода и их эффекты на биополимеры и биологические мембраны. Образование высокореактивного радикала гидроксила, гидропероксидного радикала, перекись водорода. атомарного кислорода. Суперокидный радикал.

Тема 3.3. Роль антиоксидантов в перехвате и инактивация АФК

Биологическая противолучевая защита организма. Механизмы противолучевой защиты. Перехват и инактивация радикалов. Природные и искусственные антиоксиданты. Ферментативное и неферментативное звенья антиоксидантной защиты организма.

Раздел 4. Прямое и не прямое действие ионизирующих излучений на биополимеры

Тема 4.1. Влияние ионизирующих излучений на аминокислоты и белки

Ионизирующее воздействие на триптофановые и цистиновые остатки.

Образование межмолекулярных ковалентных сшивок. Разрыв пептидной связи, окисление боковой части остатка пролина. Окисление боковых частей глутамильных и аспартильных остатков.. Расщепление алкоксильных производных пептидов через диамидный и α -амидный путь

Тема 4.2. Влияние ионизирующих излучений на нуклеиновые кислоты

Действие радиации на ДНК. Радиационные повреждения ДНК. Виды репарации ДНК.

Тема 4.3. Влияние ионизирующих излучений на липиды

Эффекты ионизирующих излучений на липиды. Перекисное окисление липидов. Механизм лучевого повреждения мембран, его роль в усилении радиационных нарушений метаболизма.

Модуль 2. Эффекты ионизирующих излучений на клетки, ткани, органы и организм человека, способы защиты.

Раздел 1. Радиационные эффекты на клеточном уровне

Тема. 1.1. Принцип попадания в радиобиологии. Теория мишени.

Основной парадокс радиобиологии. Концепция мишени. Современные стохастические модели. Гипотезы радиобиологического парадокса: 1) Теория точечного тепла 2) Теория мишени 3) Стохастическая (вероятностная теория) 4) Эффект свидетеля.

Тема 1.2. Повреждающее действие радиации на клетки

Механизм лучевого повреждения мембран, его роль в усилении радиационных нарушений метаболизма. Повреждающее действие радиации на ядро и мембраны. Радиочувствительность клеток в различных стадиях клеточного цикла. Основные реакции клеток на облучение. Радиационная задержка клеточного деления. Хромосомные aberrации и микроядра. Утеря клеткой клоногенного потенциала. Кривая выживаемости. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток, их причины. Апоптоз и некроз.

Раздел 2. Действие радиации на органы и ткани.

Тема 2.1. Радиочувствительность различных органов и тканей.

Принцип Бергонье-Трибондо. Радиочувствительность и лучевые реакции отдельных органов и тканей. Радиочувствительные и радиорезистентные

Тема 2.2. Действие радиации на костную и мышечную ткани, на органы и системы органов

Действие радиации на костную и мышечную ткани. Действие радиации на органы пищеварительной системы. Действие ионизирующего излучения

на органы пищеварения, сердечно – сосудистую и эндокринную системы.

Раздел 3. Действие радиации на организм человека

Тема 3.1. Радиационные синдромы

Радиационные синдромы: костномозговой, желудочно-кишечный, церебральный. Механизмы развития радиационных синдромов. Биохимические изменения, вызываемые облучением в живом организме. Процессы восстановления после облучения

Тема 3.2 Лучевая болезнь человека

Лучевая болезнь человека Острая лучевая болезнь человека при относительно равномерном облучении. Фазы лучевой болезни. Острые лучевые поражения при неравномерном облучении. Хроническая лучевая болезнь. Биохимические изменения, вызываемые облучением в живом организме. Отдалённые последствия облучения.

Тема 3.3. Биологическая противолучевая защита организма. Механизмы противолучевой защиты. Гигиена радиационной безопасности

Репарационные процессы в облученном организме. Процессы восстановления после облучения. Радиопротекторы. Механизмы действия радиопротекторов.

Раздел 4. Инкорпорированные радионуклиды и их эффекты на организм человека

4.1. Биохимическая характеристика «радиационного стресса», вызываемого инкорпорированными радионуклидами.

Биологическое действие оказывает инкорпорированный ^{131}I . Биологический эффект цезия при внутреннем облучении. Эффект при комбинированном действии инкорпорированных ^{137}Cs и ^{131}I . Состояние процессов перекисного окисления липидов после облучения. Действие инкорпорированных радионуклидов на гонады, плод, потомство и на систему кожных покровов.

4.4. Темы практических (семинарских) занятий

№	Вопросы к теме	Кол-во часов
1	<p>Тема. Механизмы взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Линейная плотность ионизации. 2. Механизмы взаимодействия корпускулярных и электромагнитных излучений с веществом. 3. Фотоэффект. Эффект Комптона. 4. Образование электрон-позитронных пар. 5. Механизмы размена энергии корпускулярного излучения. 	

	6. Ионизация вещества потоками элементарных частиц. 7. Механизм действия нейтронного излучения.	1
2	Тема. Единицы измерения ионизирующего излучения 1. Единицы радиоактивности. 2. Единицы радиоактивности. 3. Единицы дозы излучения. Экспозиционная доза. Поглощённая доза. Эквивалентная доза. Тема. Основы Радиационной дозиметрии. 1. Способы измерения радиоактивности. 2. Биологические методы дозиметрии. 3. Физические (ионизационные) методы дозиметрии. Ионизационная камера. Газоразрядные счетчики. 4. Сцинтилляционные (люминесцентные) методы дозиметрии. Фотохимические методы дозиметрии. 5. Химические методы. Тема. Детекторы ионизирующих излучений. 1. Приборы для регистрации ионизирующего излучения. 2. Полупроводниковые приборы, реагирующие на излучения. 3. Индикаторы. Рентгенметры. Дозиметры. Радиометры.	1
3	Тема 4.1. Влияние ионизирующих излучений на аминокислоты и белки 1. Ионизирующее воздействие на триптофановые и цистиновые остатки. 2. Образование межмолекулярных ковалентных сшивок. 3. Разрыв пептидной связи, окисление боковой части остатка пролина. 4. Окисление боковых частей глутамильных и аспартильных остатков. 5. Расщепление алкоксильных производных пептидов через диамидный и α -амидный путь Тема 4.2. Влияние ионизирующих излучений на нуклеиновые кислоты 1. Радиационные повреждения ДНК. 2. Виды репарации ДНК. Тема 4.3. Влияние ионизирующих излучений на липиды 1. Эффекты ионизирующих излучений на липиды. 2. Перекисное окисление липидов. 3. Механизм лучевого повреждения мембран, его роль в усилении радиационных нарушений метаболизма.	1
4	Тема. Принцип попадания в радиобиологии. Теория мишени. 1. Основной парадокс радиобиологии. Концепция мишени. Современные стохастические модели. 2. Гипотезы радиобиологического парадокса Тема. Повреждающее действие радиации на клетки 1. Механизм лучевого повреждения мембран. 2. Повреждающее действие радиации на ядро. Основные реакции клеток на облучение. 3. Радиочувствительность клеток в различных стадиях клеточного цикла. 4. Радиационная задержка клеточного деления. 5. Хромосомные aberrации и микроядра.	1

	Репродуктивная и интерфазная гибель клеток, их причины. Апоптоз и некроз.	
5	<p>Тема. Радиочувствительность различных органов и тканей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип Бергонье-Трибондо. 2. Радиочувствительность и лучевые реакции отдельных органов и тканей. 3. Радиочувствительные и радиорезистентные ткани <p>Тема. Действие радиации на костную и мышечную ткани, на органы и системы органов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Действие радиации на костную и мышечную ткани. 2. Действие радиации на органы пищеварительной системы. 3. Действие ионизирующего излучения на органы пищеварения, сердечно – сосудистую и эндокринную системы 	1
6	<p>Тема. Радиационные синдромы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Радиационные синдромы 2. Механизмы развития радиационных синдромов. 3. Биохимические изменения, вызываемые облучением в живом организме. 4. Процессы восстановления после облучения <p>Тема. Лучевая болезнь человека</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лучевая болезнь человека 2. Острая лучевая болезнь человека при относительно равномерном облучении. 3. Фазы лучевой болезни. 4. Острые лучевые поражения при неравномерном облучении. 5. Хроническая лучевая болезнь. 6. Биохимические изменения, вызываемые облучением в живом организме. 7. Отдалённые последствия облучения. <p>Тема 3.3. Биологическая противолучевая защита организма. Механизмы противолучевой защиты. Гигиена радиационной безопасности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Репарационные процессы в облученном организме. 2. Процессы восстановления после облучения. 3. Радиопротекторы. Механизмы действия радиопротекторов. 	1
	Итого:	6

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

5.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Источники	Виды и содержание самостоятельной работы
Модуль 1. Виды ионизирующих излучений и механизмы их влияния на вещество		

<p>Раздел 1. Виды ионизирующих излучений Тема 1.1. Виды ионизирующих излучений Тема 1.2. Механизмы взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиобиология человека и животных: Учеб. Пособие/ С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон; Под. Ред. С. П. Ярмоненко.-М.:Высш.шк., 2004.-549 с.: ил. 2. 2. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). Кудряшов Ю.Б.- М., 2004.-448 с. 3. 3. Владимирова Ю. А., Проскурнина Е. В. Лекции по медицинской биофизике: Учебное пособие.-М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.-432 с., илл. 4. Основы радиобиологии и радиационной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие / АН. Гребенюк [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб. : Фолиант, 2015. - 227 с. - 978-5-93929-223-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60934.html 	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
<p>Раздел 3. Свободно - радикальные процессы при облучении воды и водных растворов. Тема 3.1. Действие ионизирующих излучений на воду Тема 3.2. Активные формы кислорода и их роль в повреждении биоструктур Тема 3.3. Роль антиоксидантов в перехвате и инактивация АФК.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика [Электронный ресурс] : учебник / А.Б. Рубин. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. - 448 с.- 5-211-06110-1. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13075.html 2. Биофизика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.Г. Артюхов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016. - 295 с. - 978-5-8291-1081-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60018.html 	
<p>Раздел 4. Прямое и не прямое действие ионизирующих излучений на биополимеры Тема 4.1. Влияние ионизирующих излучений на аминокислоты и белки. Тема 4.2. Влияние ионизирующих излучений</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Биофизика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.Г. Артюхов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. -- Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016. - 295 с. - 978-5-8291-1081-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60018.html 	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискус-</p>

<p>нуклеиновые кислоты.</p> <p>4.3. Влияние ионизирующих излучений на липиды. Перекисное окисление липидов</p>	<p>Самойлов В.О. Медицинская биофизика [Электронный ресурс] / В.О. Самойлов. - Электрон. текстовые данные. - СПб. : СпецЛит, 2013. - 564 с. - 978-5-299-00518-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45693.html</p> <p>Основы радиобиологии и радиационной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие / АН. Гребенюк [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Фолиант, 2015. - 227 с. - 978-5-93929-223-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60934.html</p> <p>Верещако Г.Г. Радиобиология. Термины и понятия [Электронный ресурс]: энциклопедический справочник / Г.Г. Верещако, А.М. Ходосовская. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Белорусская наука, 2016. - 340 с. - 978-985-08-2017-4. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61111.html</p> <p>5. Шарпатый В.А. Радиационная химия биополимеров. М.: ГЕОС, 2008. 250 с.</p>	<p>сиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
<p>Модуль 2. Эффекты ионизирующих излучений на клетки, ткани, органы и организм человека, способы защиты</p>		
<p>Раздел 1. Радиационные эффекты на клеточном уровне</p> <p>Тема 1.1. Принцип попадания в радиобиологии. Теория мишени</p> <p>Тема 1.2. Повреждающее действие радиации на клетки</p>	<p>1. Радиобиология человека и животных: Учеб. Пособие/ С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон; Под. Ред. С. П. Ярмоненко.- М.:Высш.шк., 2004.-549 с.: ил. 2. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). Кудряшов Ю.Б.- М., 2004.-448 с. 3. Владимиров Ю. А., Проскурнина Е. В. Лекции по медицинской биофизике: Учебное пособие.-М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.-432 с., илл.</p> <p>2. Смирнова О.А. Радиация и организм млекопитающих. Модельный подход [Электронный ресурс] / О.А. Смирнова. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для са-</p>

	<p>хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. - 224 с. - 5-93972-522-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16611.html</p> <p>3. Коноплянников А. Г. Радиобиология стволовых клеток. М., 1984</p>	<p>мопроверки.</p>
<p>Раздел 2. Действие радиации на органы и ткани. Тема 2.1. Радиочувствительность различных органов и тканей. Тема 2.2. Действие радиации на костную, мышечную ткани, на органы и системы органов</p>	<p>1. Радиобиология человека и животных: Учеб. Пособие/ С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон; Под. Ред. С. П. Ярмоненко.-М.:Выш.шк., 2004.-549 с.: ил. 2. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). Кудряшов Ю.Б.- М., 2004.-448 с. 3. Владимиров Ю. А., Проскурнина Е. В. Лекции по медицинской биофизике: Учебное пособие.-М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.-432 с., илл.</p> <p>2. Смирнова О.А. Радиация и организм млекопитающих. Модельный подход [Электронный ресурс] / О.А. Смирнова. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 224 с. — 5-93972-522-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16611.html</p>	
<p>Раздел 4. Инкорпорированные радионуклиды и их эффекты на организм человека 4.1. Биохимическая характеристика «радиационного стресса», вызываемого инкорпорированными радионуклидами.</p>	<p>1. Основы радиобиологии и радиационной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие / АН. Гребенюк [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Фолиант, 2015. - 227 с. - 978-5-93929-223-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60934.html</p> <p>2. Верещако Г.Г. Радиобиология. Термины и понятия [Электронный ресурс]: энциклопедический справочник / Г.Г. Верещако, А.М. Ходосовская. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Белорусская наука, 2016. - 340 с. - 978-985-08-2017-4. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61111.html</p>	

	ml	
--	----	--

5.2. Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Биологические методы дозиметрии.
2. Физические (ионизационные) методы дозиметрии. Ионизационная камера. Газоразрядные счетчики.
3. Сцинтилляционные (люминесцентные) методы дозиметрии. Фотохимические методы дозиметрии.
4. Приборы для регистрации ионизирующего излучения.
5. Полупроводниковые приборы, реагирующие на излучения.
6. Индикаторы. Рентгенметры. Дозиметры. Радиометры.
7. Радиолиз воды. Процессы радиолиза
8. Образование гидроксильного радикала, перекиси водорода, гидропероксидного радикала, супероксидного радикала.
9. Активные формы кислорода и их эффекты на биополимеры и биологические мембраны.
10. Биологическая противолучевая защита организма.
11. Механизмы противолучевой защиты. Перехват и инактивация радикалов.
12. Природные и искусственные антиоксиданты.
13. Ферментативное и неферментативное звенья антиоксидантной защиты организма.
14. Механизм лучевого повреждения мембран, его роль в усилении радиационных нарушений метаболизма.
15. Основной парадокс радиобиологии. Концепция мишени. Современные стохастические модели.
16. Гипотезы радиобиологического парадокса
17. Повреждающее действие радиации на ядро. Основные реакции клеток на облучение.
18. Радиочувствительность клеток в различных стадиях клеточного цикла. Радиационная задержка клеточного деления.
19. Хромосомные aberrации и микроядра.
20. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток, их причины. Апоптоз и некроз.
21. Радиочувствительность и лучевые реакции отдельных органов и тканей.
22. Радиочувствительные и радиорезистентные ткани
23. Действие ионизирующего излучения на органы пищеварения, сердечно – сосудистую и эндокринную системы
24. Радиационные синдромы. Механизмы развития радиационных синдромов.
25. Лучевая болезнь человека. Фазы лучевой болезни
26. Острая лучевая болезнь человека при относительно равномерном облуче-

- нии.
27. Острые лучевые поражения при неравномерном облучении. Хроническая лучевая болезнь.
 28. Отдалённые последствия облучения.
 29. Репарационные процессы в облученном организме.
 30. Радиопротекторы. Механизмы действия радиопротекторов.
 31. Биологическое действие инкорпорированного ^{131}I .
 32. Биологический эффект цезия при внутреннем облучении.
 33. Эффект при комбинированном действии инкорпорированных ^{137}Cs и ^{131}I .
 34. Действие инкорпорированных радионуклидов на гонады, плод, потомство и на систему кожных покровов.

5.3. Примерная тематика рефератов

1. Методы ретроспективной дозиметрии человека, биологические и физические принципы, лежащие в их основе, возможности и ограничения.
2. Изменения в системе кроветворения при костно-мозговом синдроме.
3. Радиационные эффекты в области малых доз (гиперрадиочувствительность, радиационный гормезис). Эффект свидетеля.
4. Пути поступления радионуклидов в организм и их дальнейшее поведение в организме млекопитающих и человека
5. Роль кислорода в модификации радиочувствительности биологических объектов. Механизм радиомодифицирующего действия кислорода
6. Основные методы терапии острой лучевой болезни – механизмы, которые лежат в их основе
7. Модификация радиочувствительности (радиосенсибилизаторы, радиопротекторы, радиомиметики). Механизмы противолучевой защиты.
8. Зависимости «доза-эффект» для одно- и многоударных эффектов, их анализ. Зависимость «доза-эффект» при прямом и косвенном действии ионизирующего излучения.
9. Методы ретроспективной биологической дозиметрии, их возможности и ограничения.
10. Классическая и стохастическая теории лучевого поражения. Зависимость «доза-эффект» при одноударном и многоударном процессах. Область применения теории «мишени». Объяснение парадокса радиобиологии.
11. Радиационно-химические изменения липидов. Механизм непрямого действия продуктов радиолиза липидов.
12. Радиопротекторы. Механизмы противолучевой защиты. Обратный кислородный эффект.
13. Радиочувствительность компонентов крови. Динамика компонентов периферической крови после облучения. Механизм «абортного подъема», его роль в выживании организма.

14. Механизмы радиационной гибели клеток (апоптоз, некроз). Механизмы радиационной гибели клетки в различных стадиях клеточного цикла.

5.4. Примерный перечень вопросов к зачету по всему курсу

1. Общая характеристика ионизирующих излучений.
2. Электромагнитные и корпускулярные излучения.
3. Применение ионизирующих излучений в медицине, сельском хозяйстве и биологии.
4. Радиоактивность. Естественная радиоактивность и искусственная радиоактивность.
5. Радионуклиды. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада и типы радиоактивного распада.
6. Естественные источники радиации.
7. Ядерные реакторы.
8. Механизмы взаимодействия корпускулярных и электромагнитных излучений с веществом.
9. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование электрон-позитронных пар. Ионизация вещества потоками элементарных частиц. Механизм действия нейтронного излучения.
10. Единицы радиоактивности. Единицы дозы излучения. Экспозиционная доза.
11. Поглощённая доза. Эквивалентная доза.
12. Способы измерения радиоактивности.
13. Биологические методы дозиметрии.
14. Физические (ионизационные) методы дозиметрии.
15. Сцинтилляционные (люминесцентные) методы дозиметрии.
16. Фотохимические методы дозиметрии.
17. Химические методы дозиметрии.
18. Приборы для регистрации ионизирующего излучения.
19. Радиолиз воды. Процессы радиолиза
20. Активные формы кислорода и их эффекты на биополимеры и биологические мембраны.
21. Биологическая противолучевая защита организма.
22. Природные и искусственные антиоксиданты.
23. Ферментативное и неферментативное звенья антиоксидантной защиты организма.
24. Влияние ионизирующих излучений на аминокислоты и белки
25. Влияние ионизирующих излучений на нуклеиновые кислоты
26. Влияние ионизирующих излучений на липиды
27. Принцип попадания в радиобиологии. Теория мишени.
28. Механизм лучевого повреждения мембран, его роль в усилении радиационных нарушений метаболизма.
29. Радиочувствительность клеток в различных стадиях клеточного цикла.

30. Радиационная задержка клеточного деления. Хромосомные aberrации и микроядра.
31. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток при облучении, их причины. Апоптоз и некроз.
32. Принцип Бергонье-Трибондо. Радиочувствительность и лучевые реакции отдельных органов и тканей.
33. Действие ионизирующего излучения на органы пищеварения, сердечно – сосудистую и эндокринную системы.
34. Радиационные синдромы: костномозговой, желудочно-кишечный, церебральный. Механизмы развития радиационных синдромов.
35. Лучевая болезнь человека Фазы лучевой болезни. Хроническая лучевая болезнь.
36. Биохимические изменения, вызываемые облучением в живом организме. Отдалённые последствия облучения.
37. Репарационные процессы в облученном организме. Процессы восстановления после облучения.
38. Радиопротекторы. Механизмы действия радиопротекторов.
39. Инкорпорированные радионуклиды и их эффекты на организм человека

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Основы радиобиологии и радиационной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие / АН. Гребенюк [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб. : Фолиант, 2015. - 227 с. - 978-5-93929-223-8. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60934.html> (дата обращения 05.02.2018)
2. Верещако Г.Г. Радиобиология. Термины и понятия [Электронный ресурс] : энциклопедический справочник / Г.Г. Верещако, А.М. Ходосовская. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Белорусская наука, 2016. - 340 с. - 978-985-08-2017-4. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61111.html> (дата обращения 05.02.2018)
3. Бударков В.А., Зенкин А.С., Боченков В.Ф. Радиобиология. Радиационная безопасность сельскохозяйственных животных. М.: Колосс, 2008(дата обращения 05.02.2018)
4. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа,-2004 (дата обращения 05.06.2018)
5. Лысенко Н.П., Пак В.В., Рогожина Л.В. Практикум по радиобиологии. Учебное пособие. М.: Колос, 2007. (дата обращения 05.02.2018)
6. Зеленская Л.А., Баюров Л.И., Радуль А.П. Радиобиология. Учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2014. (дата обращения 05.02.2018)
7. Смирнова О.А. Радиация и организм млекопитающих. Модельный подход [Электронный ресурс] / О.А. Смирнова. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. - 224 с. - 5-93972-522-8. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16611.html> (дата обращения

05.02.2018)

7.2.Дополнительная литература:

1. Сахариянов А.Ж. Ветеринарная радиобиология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ж. Сахариянов, Д.Ж. Шалхарова. — Электрон. текстовые данные. - Алматы: Нур-Принт, 2014. - 216 с. - 978-601-241-433-2. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69070.html> (дата обращения 05.02.2018)
2. Актуальная радиобиология [Электронный ресурс]: курс лекций / Л.А. Ильин [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - 238 с. - 978-5-383-00932-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33234.html> (дата обращения 05.02.2018).
3. Платонов А.Г., Ахалая М.Я. Применение метода пробит-анализа в радиобиологии. Расчет полулетальной дозы ЛД50: Учебно-методическое пособие. М.: НИЯУМИФИ, 2010
4. Белов А.Д. Радиобиология Учебник для вузов. М.: Колос, 1999. – 384 с.
5. Аклеев А.В., Киселева М. Ф. Ранние и отдаленные эффекты облучения в нормальных тканях и органах - пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты. Пер. с англ. Челябинск : Книга, 2012. – 383 с.
6. Калистратова В.С., Беляев И.К., Жорова Е.С., Нисимов П.Г., Парфенова И.М., Тищенко Г.С., Цапков М.М. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов. М.: Изд-во ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2012
7. Баюров Л.И. Курс лекций по сельскохозяйственной радиологии. Краснодар: КубГАУ, 2009
8. Галицкий Э.А. Радиобиология. Гродно: ГрГУ, 2001. - 204 с.
9. Гриценко А.В., Хоботова Э.Б., Ёщенко О.Ф. Радиобиология. Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2001

6.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. ЭБС «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>. Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017 г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен до конца 2019 г).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru, договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 г).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Элек-

- тронная библиотека» от 15.10.2003 (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017 г. Договор действует в течение 1 года с момента его подписания. доступ продлен до сентября 2019 г.
 5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
 6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>.
 7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>.
 8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>.
 9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
 10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>.
 11. Электронные учебные пособия, изданные преподавателями биологического факультета ДГУ. <http://www.phys.msu.ru/rus/library>.
 12. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ продлен до конца 2019 г.
 13. SCOPUS: <https://www.scopus.com>. Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № Scopus/73 от 08 августа 2017 г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017 г. Доступ предоставлен до сентября 2019 г.
 14. Web of Science: webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017 г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017 г.
 15. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). – база данных зарубежных диссертаций. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2018 г.
 16. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2018 г.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Кафедра биохимии и биофизики, обеспечивающая реализацию образовательной программы, располагает материально-технической базой и ауди-

торным фондом, обеспечивающим проведение лекций, лабораторных работ, семинаров и иных видов учебной и научно-исследовательской работы аспирантов, предусмотренных учебным планом и соответствующих действующим санитарно-техническим нормам.

На лекционных и практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам, оборудование лабораторий кафедры, в том числе лаборатории по молекулярной биологии, а также результаты научных исследований кафедры (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).

Перечень необходимых технических средств обучения и способы их применения:

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакет прикладных обучающих и контролирующих программ, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

8. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 16 часов.