

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ



Профессор по учебной работе

А.Л. Толстик

06 _____ 2017

Регистрационный № УД- 4006 /уч.

РАДИАЦИОННАЯ БИОФИЗИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям),
направление специальности
1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 01-2013 и учебных планов УВО №G31-163/уч. от 30.05.2013 г., №G31-174/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.Н. Питлик – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 02.06.2017);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 08.06. 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Радиационная биофизика» разработана для специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность).

Материал курса основан на знаниях и представлениях, заложенных при изучении студентами общих курсов «Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность», «Физика атома и атомных явлений», «Физика ядра и элементарных частиц», а также курсов специализации «Молекулярная биофизика», «Биофизика клетки». По этой причине в программе не предусмотрено детальное рассмотрение процессов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, методов дозиметрии и дозиметрии инкорпорированных радионуклидов, ряда вопросов, связанных с действием радиации на биологические объекты, а также вопросы радиационной безопасности и гигиены, которые излагаются в общем курсе «Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность».

В данной программе особое внимание уделено биофизическим механизмам действия ионизирующих излучений на биологические системы, экспериментальным и теоретическим работам по температурному и кислородному эффекту, рассмотрению основных теоретических подходов к изучению действия ионизирующей радиации на биосистемы, рассмотрению механизмов прямого и косвенного действия ионизирующих излучений, а также механизмам химической защиты биосистем с помощью радиопротекторов. Программой предусматривается рассмотрение теоретических основ радиобиологических эффектов на молекулярно-клеточном уровне, теоретического моделирования биологического действия ионизирующих излучений, а также рассмотрение современного состояния проблемы репарации радиационных повреждений и механизмов защитного действия радиопротекторов.

Целью данного курса является формирование у студентов глубокого целостного понимания влияния ионизирующей радиации на живые объекты, что должно способствовать будущим специалистам-биофизикам научно-обоснованному принятию правильных конкретных решений в области обеспечения радиационной безопасности при работе с источниками излучений, с одной стороны, а с другой – детальному всестороннему анализу сложного комплекса явлений при научно-практическом исследовании тех или иных проблем радиационной биофизики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- предмет радиационной биофизики и ее задачи;
- теоретические основы радиобиологии;
- механизмы биологического действия ионизирующих излучений на молекулярно-клеточном уровне;

уметь:

- прогнозировать эффекты и явления, возникающие при облучении биологических объектов;
- применять полученные знания в задачах исследовательской деятельности;

владеть:

- базовыми принципами обеспечения радиационной безопасности при работе с источниками излучений.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками;
- АК-4. Уметь работать самостоятельно;
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

социально-личностные компетенции:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;
- СЛК-6. Уметь работать в команде;

профессиональные компетенции:

- ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
- ПК-5. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре. Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 78, из них количество аудиторных часов – 26. Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и аудиторного контроля управляемой самостоятельной работы (УСР) студентов. На проведение лекционных занятий отводится 20 часов, на УСР – 6 часов.

Форма получения высшего образования – дневная,

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в предмет.

Актуальность исследования биологического действия излучений. Предмет и основные задачи курса. Формирование современных представлений о механизмах биологического действия ионизирующих излучений.

Тема 2. Действие ионизирующих излучений на биообъекты.

Взаимодействие ионизирующих излучений с атомами и ядрами атомов биологических макромолекул. Биологическое действие ионизирующих излучений. Количественная оценка действия ионизирующих излучений. Основные дозиметрические величины, используемые при оценке действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Относительная биологическая эффективность. Соотношение поглощенная доза – биологический эффект. Основной радиобиологический «парадокс». Количественная зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии. Действие радиации на биологические молекулы. Изменение функциональной активности белков при радиационном воздействии. Пероксидация мембранных липидов, индуцированная ионизирующим излучением. Метаболическая нестабильность ДНК. Действие радиации на клетку. Изменение функционального отклика клеток как результат действия ионизирующих излучений на биомолекулы. Механизмы радиационного апоптоза и некроза. Действие радиации на органы и ткани организма человека. Оценка биологического риска облучения человека дозами малой мощности. Радиационный гормезис. Радиобиологический парадокс и механизмы усиления радиационного поражения организма.

Тема 3. Роль параметров окружающей среды в радиационном поражении молекулярных и надмолекулярных систем клетки.

Факторы, определяющие радиочувствительность клетки. Радиолиз воды. Прямое и косвенное действие радиации. Эффект Дейла. Радиационно-химический выход повреждений при прямом и непрямом действии радиации. Прямое и косвенное действие радиации при облучении клеток. Роль ионов гидроксония в индукции мутагенного и канцерогенного действия ионизирующих излучений. Температурный эффект при действии ионизирующих излучений на биосистемы. Кислородный эффект при действии радиации на макромолекулы и клетки. Соотношение прямого и косвенного действия при лучевой инактивации клеток.

Тема 4. Теоретические основы изучения действия радиации на биосистемы.

Кривые «доза - эффект». Дискретный характер поглощения энергии ионизирующих излучений. Принцип попадания и концепция мишеней. Одно- и многоударные процессы. Кривые «доза-эффект» в многомишеневых системах. Теория мишени и сечения действия. Метод трековых сегментов. Теория Батса и Каца. Объяснение экспериментальных результатов облучения. Стохастическая теория действия ионизирующих излучений на биологические

объекты. Кинетическая интерпретация кривых «доза-эффект». Учет репарационных процессов в стохастической теории.

Тема 5. Механизмы химической защиты биосистем при радиационном воздействии и репарация повреждений.

Модификация радиорезистентности биологических объектов. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы. Основы радиозащитного эффекта. Механизмы защиты облученной клетки и организма (антиокислительный, адсорбционный, структурный, увеличение эндогенного фона радиорезистентности). Защита биосистем с помощью низкомолекулярных радиопротекторов. Абсорбционный и миграционный механизмы защиты. Механизм «структурной» защиты с помощью радиопротекторов. Защита с помощью эндогенных аминов и тиолов. Пострадиационное восстановление повреждений. Кинетика репарации одиночных разрывов ДНК в культивируемых клетках млекопитающих. Система окислительно-восстановительного гомеостаза клетки и ее изменения после облучения. Окислительный стресс и его последствия. Антиоксидантные механизмы защиты облученной клетки. Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности.

Тема 6. Общая схема развития радиационного поражения. Радиационная защита и пострадиационное восстановление.

Неспецифическая реакция клеток на повреждающее воздействие. Стадии развития радиационного повреждения. Радиационная защита. Внутриклеточные механизмы репарации радиационных повреждений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Предмет курса «Радиационная биофизика», задачи и современные проблемы.	2							
2.	Количественная оценка действия ионизирующих излучений. Соотношение поглощенная доза – биологический эффект.	2						[1-3, 5,7,8,2д, 3д]	
3.	Действие ионизирующей радиации на биологические макромолекулы.	2						[1-3, 5,7,8,10, 2д,3д]	
4.	Действие ионизирующей радиации на клетки.	2					2	[1-3, 5,7,8,10, 2д,3д]	Контрольная работа
5.	Прямое и косвенное действие радиации.	2						[1,6,7,8]	
6.	Температурный и кислородный эффект при действии ионизирующих излучений на биосистемы.	2						[1,6,7,8]	
7.	Теоретические основы изучения действия ионизирующей радиации на биосистемы. Теория попадания.	2						[4, 7]	
8.	Стохастическая теория действия ионизирующих излучений на биосистемы.	2					2	[4, 7]	Контрольная работа

9.	Механизмы химической защиты биосистем при радиационном воздействии.	2						[1,2,6,7,9, 1д]	
10	Общая схема развития радиационного поражения клетки. Внутриклеточные механизмы репарации радиационных повреждений.	2					2	[1,3,4,5,9,10,1д,2д,3д]	Выступление с рефератами
	Текущая аттестация	20					6		Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 448 с.
2. Календо Г.С. Ранние реакции клеток на ионизирующее излучение и их роль в защите и сенсбилизации. –М.: ЭАИ, 1982.
3. Когл Дж. Биологические эффекты радиации. –М.: Мир, 1986.
4. Обатуров Г.М. Биофизические модели радиобиологических эффектов. –М.: ВШ, 1987.
5. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. –М.: ВШ, 1997.
6. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. –М.: ВШ, 1987.
7. Дертингер Г., Юнг Х. Молекулярная радиобиология. –М.: АН, 1973.
8. Тимофеев-Ресовский Н.В. Введение в молекулярную радиобиологию. –М.: ВШ, 1981.
9. Газпев А.И. и др. Открытие и изучение явления восстановления клеток и их генетических структур от повреждений, вызываемых ионизирующими излучениями. – Пушино, 1987.
10. Храмченкова О.М. Основы радиобиологии: Учебное пособие для студентов биологических специальностей высших учебных заведений / О.М. Храмченкова. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2003.

Дополнительная

1. Красавин Е.А Проблема ОБЭ и репарация ДНК. –М.: АЭИ, 1989
2. Красавин Е.А., Козубек С. Мутагенное действие излучений с разной ЛПЭ. –М.: АЭИ, 1991.
3. МКРЗ публ.41. Нестохастические эффекты ионизирующих излучений. –М, 1997.
4. Нестеренко В.Б. Чернобыльская катастрофа: радиационная защита населения. –Мн, 1997.
5. Яворский З. Жертвы Чернобыля: реалистическая оценка медицинских последствий Чернобыльской аварии. Медицинская радиология и радиационная безопасность, 1999, №1, с.18-30.
6. Гофман Д. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущего поколений. –Мн.: ВШ, 1999.
7. Смирнов С. Радиационная экология. Серия физические основы экологии. –М.: МНЭПУ. 2000.

*Литература для самостоятельной работы студентов
при изучении избранных разделов с/к «Радиационная биофизика»*

1. А.В. Яблоков. Миф о безопасности малых доз радиации. –М.: Центр экологической политики России, 2002.
2. Л.А. Булдаков, В.С. Калистратова. Радиоактивное излучение и здоровье. –М.: Информ-атом, 2003.
3. А.М. Кузин. Проблемы малых доз и идеи гормезиса в радиобиологии. // Радиобиология, 1991, Т.31, Вып.1, с.16-21.
4. К. Штреффер. Канцерогенез после воздействия ионизирующих излучений. // Международный журнал. Радиационная медицина, 1999, №3-4, с.4-6.
5. К.П. Хансон, В.Е.Комар. Молекулярные механизмы радиационной гибели клеток. –М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. Ю.Н. Москалев. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. – М.: Медицина, 1991.
7. Ионизирующие излучения. Источники и биологические эффекты. НКДАР ООН, Т.1-II, 1994.
8. И.Б. Керим-Маркус. Новые сведения о действии на людей малых доз ионизирующего излучения – кризис господствующей концепции регламентации облучения. // Мед.радио. и радиац. Безопасность, 1997, Т.42. №2, с.18-23.
9. И.Б. Керим-Маркус. О книге Джона Гофмана «Рак, вызываемый облучением в малых дозах: независимый анализ проблемы». // Бюлл. Центра обществ. информ. по атомной энергии, 1997, №1, с.25-34.
- 10.Л.К. Бездобная и др. Хромосомный мутагенез в лимфоцитах крови жителей сел зоны отчуждения ЧАЭС. Тез. докл. 3-й Междунар. конф. «Мед. последствия Чернобыльской катастрофы», Киев, Украина, 2001.

**Перечень используемых средств диагностики результатов
учебной деятельности**

1. Подготовка рефератов;
2. Контрольные работы

**Примерный перечень мероприятий для контроля качества
усвоения знаний по учебной дисциплине**

Примерная тематика реферативных работ

1. Действие нейтронного излучения на биообъекты.
2. Современная система дозиметрических величин.
3. Дозиметрия инкорпорированных радионуклидов.
4. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток.
5. Радиационный апоптоз и некроз клеток.
6. Действие ионизирующей радиации на биологические макромолекулы.
7. Физическая защита биообъектов от радиации.
8. Химическая защита биосистем с помощью радиопротекторов.
9. Репарация радиационных повреждений.

10. Биологические эффекты малых доз облучения.
11. Радиационный гормезис.
12. Биологические эффекты хронического облучения.
13. Клеточные эффекты ионизирующих излучений
14. Радиационно-индуцированная нестабильность генома
15. Эффект свидетеля.
16. Детерминированные и стохастические эффекты облучения.
17. Радиационно-индуцированные хромосомные аберрации.
18. Биологические методы дозиметрии.

Рекомендуемые разделы для составления контрольных работ

1. Биологическое действие ионизирующих излучений.
2. Действие ионизирующих излучений на биологические макромолекулы.
3. Действие ионизирующих излучений на клетки.
4. Действие радиации на органы и ткани организма человека.
5. Оценка биологического риска облучения человека дозами малой мощности.
6. Прямое и косвенное действие радиации при облучении клеток.
7. Интерпретация кривых «доза-эффект».
8. Стохастическая теория действия ионизирующих излучений на биологические объекты.
9. Защита биообъектов от ионизирующего излучения.
- 10.Репарация радиационных повреждений.

**Рекомендации по контролю качества усвоения знаний
и проведению аттестации**

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы по разделам дисциплины, защиту реферативных работ, устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Контрольные работы проводятся в письменной форме. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин. Оценка каждой из контрольных работ проводится по десятибалльной шкале. По согласованию с преподавателем при подготовке ответа разрешается использовать справочные и учебные издания.

Защита реферативных работ может проводиться в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается по формуле:

$$Tm = 0,7 \cdot \frac{K1 + K2}{2} + 0,3 \cdot P - ШБ,$$

где Tm – это оценка текущей успеваемости, $K1$ и $K2$ – оценки по десятибалльной шкале за 1 и 2 контрольные работы соответственно, P – оценка по десятибалльной шкале за реферат, $ШБ$ – штрафные баллы, которые начисляются за пропуски занятий, систематическое опоздание, нарушение учебной дисциплины.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости — 0,5; для экзаменационной оценки — 0,5.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Защита населения от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность.	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.
Физика атома и атомных явлений	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.
Физика ядра и элементарных частиц	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.
Молекулярная биофизика	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.
Биофизика клетки	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
биофизики
академик, профессор

_____ С.Н.Черенкевич

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик