

Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь  
по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

  
А.М. Жук

Регистрационный № ГД-Г.183 /тип.

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Типовая учебная программа  
для высших учебных заведений по специальности  
1-31 04 01 Физика (по направлениям)

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического  
объединения вузов Республики  
Беларусь по естественнонаучному  
образованию

  
В.В. Самохвал

24.10.2008



СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

  
Ю.И. Миксюк

14.04.2009

Первый проректор Государственного  
учреждения образования  
«Республиканский институт высшей  
школы»

  
И.В. Казакова

02.04.2009

Эксперт-нормоконтролер

  
С.М. Артемьева

02.04.2009

  
А.Л. Терашчука

Минск 2008

**СОСТАВИТЕЛЬ :**

**В.И. Крот** - доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Кафедра** радиоэкологии Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»;  
**В.М. Мажуль** - заведующий лабораторией протеомики Института биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент, доктор биологических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой биофизики Белорусского государственного университета  
(протокол № 8 от 3 марта 2008 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 3 от 27 марта 2008 г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения  
вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию

(протокол № 3 от 28 марта 2008 г.).

Ответственный за выпуск: Т.В. Музыка

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Основная цель дисциплины заключается в изложении радиационной безопасности как науки, опирающейся на фундаментальные законы естествознания, на экспериментальные факты о воздействии ионизирующих излучений на биологические объекты, на людей в том числе.

В настоящее время доступные методы контроля ионизирующих излучений достаточны для того, чтобы при их правильном использовании убедиться, что излучения являются лишь одним из многообразных видов риска, которым мы подвергаемся и с которыми найдены способы сосуществования. В рамках данной дисциплины основное внимание уделяется тому, что на основе научных знаний о взаимодействии излучений с веществом, о действии радиации на организм человека и его потомство, на основе разработанных к настоящему времени методов дозиметрии и спектрометрии излучений сформированы и приняты принципы и критерии радиационной безопасности. Разработана система мероприятий по радиационной защите и обеспечению радиационной безопасности населения и людей, работающих в области исследования и практического использования ядерно-физических процессов и технологий, включая, прежде всего, ядерную энергетику. Разработаны и приняты регулярно корректирующиеся нормы радиационной безопасности и основные санитарные правила работы с источниками ионизирующего излучения. Разработано законодательство (в том числе и Республики Беларусь) по обеспечению радиационной безопасности.

Важнейшими задачами дисциплины являются: изучение вопросов взаимодействия ионизирующих и косвенно ионизирующих излучений с веществом; рассмотрение их действия на биологические объекты различного уровня сложности структурной организации; изучение методов дозиметрического контроля разнообразных источников ионизирующих излучений и, на этой основе, изучение принципов и мероприятий по обеспечению радиационной безопасности людей.

Отбор материала, порядок и методика его изложения базируются на обобщении накопленного опыта в Белгосуниверситете.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

физико-химические механизмы воздействия ионизирующих излучений на биосистемы различного уровня их структурной организации;

- методы дозиметрического контроля разнообразных источников ионизирующих излучений; .
- принципы и мероприятия по обеспечению радиационной безопасности людей;

**уметь:**

- определять характер радиационной опасности;
- использовать методы дозиметрического контроля;

осуществлять мероприятия по обеспечению радиационной безопасности.

Общее количество часов - 54; аудиторное количество часов - 38, из них: лекции - 32, практические/семинарские занятия - 6.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Практич./семинар. занятия	Лаб. занятия	Всего
1	Введение. Предмет и задачи дисциплины.	2			2
2	Авария на ЧАЭС.	6			6
3	Взаимодействие $\gamma$ -квантов и заряженных частиц с веществом.	4			4
4	Дозиметрические единицы и определения.	2			2
5	Методы регистрации и дозиметрии ионизирующих излучений.	4		-	4
6	Дозиметрия инкорпорированных радионуклидов		6		6
7	Действие радиации на биологические объекты.	6			6
8	Естественные и искусственные источники ионизирующей радиации. Радиационный фон на Земле.	2			2
9	Принципы и критерии радиационной безопасности.	4			4
10	Мероприятия по радиационной защите и обеспечению радиационной безопасности.	2			2
	Итого	32	6		38

### СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**Введение.** Предмет и задачи дисциплины. Исторический экскурс в становление ядерной физики, радиологии, радиобиологии и радиационной безопасности.

**Авария на ЧАЭС.** Характер аварий на атомных станциях. Устройство ЧАЭС. Взаимодействие нейтронов с веществом. Управляемая цепная

реакция деления урана. Хроника событий, причины и последствия аварии на ЧАЭС.

**Взаимодействие  $\gamma$ -квантов и заряженных частиц с веществом.** Сечения основных процессов и их зависимость от энергии квантов и эффективного атомного номера вещества. Линейные потери энергии при ионизационном торможении заряженных частиц в различных средах. Пробеги заряженных частиц в веществе, включая биологическую ткань. Характеристики вторичных излучений.

**Дозиметрические единицы и определения.** Радиоактивность. Единицы активности. Поглощенная, экспозиционная, эквивалентная, эффективная эквивалентная, коллективная эффективная эквивалентная дозы и единицы их измерения.

**Методы регистрации и дозиметрии ионизирующих излучений.** Методы  $\gamma$ -,  $\alpha$ - и  $\beta$ - спектрометрии, ионизационный, калориметрический, сцинтилляционный, полупроводниковый, химический, фотографический и термолюминесцентный методы дозиметрии. Дозиметрия нейтронов.

**Дозиметрия инкорпорированных радионуклидов.** Загрязнение Республики Беларусь радионуклидами. Пути поступления радионуклидов внутрь организма. Формирование дозы излучения инкорпорированных радионуклидов. Экспериментальная дозиметрия излучения инкорпорированных радионуклидов. Принципы расчета допустимой концентрации (ДК) и допустимого содержания (ДС) радиоактивных веществ в воздухе, воде и пищевых продуктах.

**Действие радиации на биологические объекты.** Стадии развития радиационного эффекта в биосистемах. Действие радиации на важнейшие биологические молекулы. Действие радиации на клетку. Действие радиации на организм человека.

**Естественные и искусственные источники ионизирующей радиации. Радиационный фон на Земле.** Космические излучения. Излучение радионуклидов. Суммарные дозы, создаваемые естественными источниками излучения. Облучение, обусловленное технологически повышенным радиационным фоном. Глобальные выпадения. Облучение в медицинских целях.

**Принципы и критерии радиационной безопасности.** Термины и определения. Нормы радиационной безопасности. Ограничение облучения населения в условиях радиационной аварии. Вмешательство и его уровни. Требования к контролю за выполнением норм радиационной безопасности. Основные санитарные правила работы с источниками ионизирующего излучения. Допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе, воде, продуктах питания.

**Мероприятия по радиационной защите и обеспечению радиационной безопасности.** Система радиационного мониторинга. Санитарно-гигиенические мероприятия. Законодательство Республики Беларусь по обеспечению радиационной безопасности.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Рекомендуемые темы для самостоятельной работы студентов**

1. Модели расчета допустимой концентрации (ДК) и допустимого содержания (ДС) радиоактивных веществ в воздухе, воде и пищевых продуктах.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ).
3. Основные санитарные правила (ОСП) обеспечения радиационной безопасности.
4. Законодательство Республики Беларусь по обеспечению радиационной безопасности.

### **Рекомендуемые формы контроля знаний**

1. Контрольные работы.
2. Тесты.
3. Рефераты.

### **Рекомендуемая литература**

#### **Основная**

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ -2000).
2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002).
3. Основные результаты выполнения научного раздела государственной программы Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС за 2001 год. ИНф. бюлл. №7. Мн. РН-ИУП «Институт радиологии», 2002.
4. Ракобольская И.В. Ядерная физика, М., изд-во МГУ, 1988.
5. Иванов В.И. Курс дозиметрии. М., ВШ, 1988.
6. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. М., ВШ, 1997.
7. Машкович В.П., Панченко А.М. Основы радиационной безопасности. Учебное пособие для ВУЗов М., ЭАИ, 1990.
8. Маргулис У.Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. М., ЭАИ. 1988.
9. Гаврилин Ю.И. и др. Основы радиационной безопасности. М., ЭАИ, 1993.
10. Крышев П.И., Рязанцев Е.Л. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М., АН, 2000.
11. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. М., ЭАИ, 1990.
12. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. М., АН, 1991.

13. Бударков В.А., Кирпшн В.А., Антоненко А.Е. Радиобиологический справочник. Мн., Ураджай, 1992.
14. Максимов М.Г., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. М., ЭАИ, 1989.
15. Дозовые зависимости нестохастических эффектов, основные концепции и величины, используемые в МКРЗ, М, АН, 1989.
16. Ионизирующие излучения. Источники и биологические эффекты. НКДАР ООН, т.1 и т.2, 1994.
17. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М., УРСС, 2002.
18. Закон Республики Беларусь о радиационной безопасности населения. Мн., 1998.
19. Перкинс Р.У., Томас К.У. Глобальные радиоактивные выпадения. Трансурановые элементы в окружающей среде. М., ЭАИ, 1985.
20. Конопля Е.Ф., Кудряшов В.П., Миронов В.П. Радиация и Чернобыль. Трансурановые элементы на территории Беларуси. Мн., Бел. наука, 2006.

### **Дополнительная**

1. Нестеренко В.Б. Чернобыльская катастрофа: радиационная защита населения. Мн. 1997.
2. Ролевич Н.В. Экологические, медико-биологические и социально-экологические последствия катастрофы на ЧАЭС в Беларуси. Мн., МЧС, институт радиобиологии НАНБ, 1996.
3. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. М., Инф.-атом, 2003.
4. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. М., Медицина, 1991.
5. Гофман Д. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущего поколений, Мн., ВШ, 1997.
6. Смирнов С. Радиационная экология. Серия физические основы экологии. М., МНЭПУ, 2000.
7. Лисовский Л.А. Радиационная экология и радиационная безопасность. Мн., 1997.
8. Постник М.Н. Экологическая и радиационная безопасность. Учебное пособие для вузов. Мн., ИСЗ, 1998.
9. Кужир П.Г., Сатиков Н.А., Трофименко Е.Е. Радиационная безопасность. Мн., Пион, 1999.
10. Яблоков А.В. Миф о безопасности малых доз радиации: атомная мифология. М., ООО «Проект-Ф», 2002.
11. Закон Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», №1227 - XII, Мн., 1991.
12. Материалы 5-го международного симпозиума «Актуальные проблемы дозиметрии», Мн., МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2005.

- 1 З.Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений, т.1. Физические основы защиты от излучений. М., А.И., 1980.
- 14.20 лет после Чернобыльской катастрофы. Последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. Мн. 2006.
- 15.Экологические, медико-биологические и социально-экономические последствия катастрофы на ЧАЭС в Беларуси. Мин-во по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Республики Беларусь. Мн., Ин-т радиобиологии НАН Беларуси, 1996.