

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования Московской области  
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»  
(университет «Дубна»)  
Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра биофизики

---

У Т В Е Р Ж Д А Ю  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Моржухина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Надежность технических систем и управление  
риском**

(наименование дисциплины)

по направлению (специальности)

140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»  
(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: *очная*

Уровень подготовки: *специалист*

Курс (семестр): *5 курс, 9 семестр;*

г. Дубна, 2010г.

Программа дисциплины «Надежность технических систем и управление риском» по направлению (специальности) «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»: Учебная программа. Автор: Алейников В.Е. – Дубна: Университет «Дубна», 2010.

Автор программы:

Алейников В.Е., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Биофизики

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

\_\_\_\_\_  
(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры Биофизики  
(название кафедры)

Протокол заседания № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Красавин Евгений Александрович / профессор  
(подпись) (фамилия, имя, отчество) (ученое звание)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.  
(ученое звание)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание, ФИО)

\_\_\_\_\_  
(место работы, должность)

ОДОБРЕНО

Декан факультета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (ФИО)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.  
(ученое звание)

Руководитель библиотечной системы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (ФИО)

\_\_\_\_\_  
<sup>1</sup> Если программа разработана обучающей кафедрой

## 1. Аннотация

В настоящих лекциях логически обосновываются рекомендации МКРЗ, в том числе касающиеся базовых оценок ущерба, нанесенного радиацией, а также описывается процесс придания этим рекомендациям нормативной силы. Главный акцент делается на те элементы рекомендаций, которые связаны с оптимизацией радиационной защиты и управлением радиационным риском.

В курсе лекций по техническим системам и управлению риском даются сведения о системах радиационной безопасности и управление радиационным риском.

Рассматриваются основные понятия и величины, используемые в радиационной безопасности для управления радиационным риском.

Рассматривается механизм биологического воздействия ионизирующих излучений, воздействие излучения на клетку, патологические эффекты ионизирующего излучения. Дается понятие о пороговой модели для детерминируемых эффектов. Приводятся результаты эпидемиологических наблюдений за жертвами бомбардировок в Хиросиме и Нагасаки. Рассматриваются модели зависимости стохастических эффектов от величины дозы облучения.

В рамках настоящего курса подробно рассматриваются концептуальные основы радиологической защиты: обоснование практической деятельности с применением ионизирующего излучения, установление пределов доз облучения и оптимизация радиационной безопасности.

Подробно рассматриваются методы оптимизации радиационной защиты на основе принципа ALARA и управление радиационным риском.

### **Выписка из «ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»»**

<b>Индекс</b>	<b>Наименование дисциплин и их основные разделы</b>	<b>Всего часов</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>СД.00</b>	<b>Специальные дисциплины</b>	
<b>СД.12</b>	<b>Надежность технических систем и управление риском</b>	<b>102</b>
	Понятие надежности, безопасности, риска. Концепция риска. Определение и измерение риска. Методика изучения риска. Виды рисков. Природные и техногенные катастрофы. Классификация поражающих факторов. Нечетко-вероятностные модели. Математический аппарат «мягких вычислений». Графические сети. Основные понятия теории принятия решений. Стоимость мер безопасности. Страхование. Управление риском. Понятие оптимального по критериям риска распределения ресурсов	

## 2. Цели и задачи дисциплины

### **Цель дисциплины**

Познакомить студентов со сведениями о системах радиационной безопасности и управлением радиационным риском. Рассматриваются основные понятия и величины, используемые в радиационной безопасности для управления радиационным риском, механизмы биологического воздействия ионизирующих излучений, воздействие излучения на клетку, патологические эффекты ионизирующего излучения. Дается понятие о пороговой модели для детерминируемых эффектов. Приводятся результаты эпидемиологиче-

ских наблюдений за жертвами бомбардировок в Хиросиме и Нагасаки. Рассматриваются модели зависимости стохастических эффектов от величины дозы облучения.

В рамках настоящего курса подробно рассматриваются концептуальные основы радиологической защиты: обоснование практической деятельности с применением ионизирующего излучения, установление пределов доз облучения и оптимизация радиационной безопасности. Подробно рассматриваются методы оптимизации радиационной защиты на основе принципа ALARA и управление радиационным риском.

#### **Задачи дисциплины**

Познакомить студентов с рекомендациями МКРЗ, в том числе касающиеся базовых оценок ущерба, нанесенного радиацией. Главный акцент делается на те элементы рекомендаций, которые связаны с оптимизацией радиационной защиты и управлением радиационным риском.

В ходе изучения дисциплины студенты получают:

- **знания**

об основных понятиях, связанных с надежностью, безопасностью, риском;

о методиках изучения риска;

основные понятия теории принятия решений;

об основах радиологической защиты: обоснование практической деятельности с применением ионизирующего излучения, установление пределов доз облучения и оптимизации радиационной безопасности.

- **умение определять:**

базовые системы защиты для обоснования практической деятельности, индивидуальный дозовый предел

- **навыки:**

использования математического аппарата «мягких вычислений»;

обоснования практической деятельности с применением ионизирующего излучения,

- **будут ознакомлены:**

с природными и техногенными катастрофами.

с рекомендациями МКРЗ, с принципами ALARA

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Всего часов	Семестры
		9
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Лекции (Лк)	34	34
Практические занятия (ПЗ)		
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат (эссе)		
Контрольная работа		
<b>Вид итогового контроля (зачет/экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

## 5. Содержание программы

Разделы (темы) дисциплины, содержание и виды занятий:

№ п/п	Наименование и содержание тем	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР	Самостоятельная работа студентов
1	<p><b>Основные понятия и величины. Детерминированные и стохастические эффекты. Зависимость доза-эффект.</b> Физические, нормируемые и операционные величины.</p> <p>Воздействие ионизирующего излучения на клетки: гибель, восстановление и мутация клеток.</p> <p>Механизм биологического воздействия ионизирующих излучений на человека: детерминированные и стохастические эффекты.</p> <p>Детерминированные эффекты. Пороговая модель возникновения эффектов.</p> <p>Принцип предотвращения детерминированных эффектов.</p> <p>Стохастические эффекты. Результаты эпидемиологических наблюдений за жертвами бомбардировок в Хиросиме и Нагасаки. Риск онкологических заболеваний снижение средней продолжительности жизни. Модели зависимости стохастических эффектов от величины дозы облучения. Принцип предосторожности. Принятие линейной зависимости доза-эффект.</p>	14			20
2	<p><b>Основные принципы радиационной безопасности и управление радиационным риском.</b> Цель радиационной безопасности - предотвращение появления детерминированных эффектов и снижение вероятности появления стохастических эффектов до приемлемых уровней.</p> <p>Базовая система защиты: обоснование практической деятельности, индивидуальный дозовый предел, оптимизация защиты, принцип ALARA (As Low As Reasonably Achievable).</p> <p>Установление пределов доз облучения, два предназначения пределов, неприемлемый и допустимый риски.</p> <p>Не принятие нулевого риска, оптимиза-</p>	14			24

	ция защиты, управление радиационным риском на основе принципа ALARA.				
3	<p><b>Оптимизация радиационной безопасности на основе принципа ALARA.</b>  Оптимизация защиты: выявление проблемы, определение вариантов и факторов, количественное измерение факторов, сравнение и выбор вариантов, анализ чувствительности, результаты ALARA, окончательное решение.  Стоимость человеко-зиверта. Концепция, модели, положение дел и практика. Количественные методы оптимизации. Примеры оптимизации.</p>	6			18

(в таблице название раздела указывается в соответствии с обязательным минимумом содержания, изложенным в ГОС ВПО. В графах, обозначающих предусматриваемые виды занятий, проставляется знак \*).

### **Содержание разделов дисциплины**

1. Основные понятия и величины. Физические, нормируемые и операционные величины.

Воздействие ионизирующего излучения на клетки: гибель, восстановление и мутация клеток.

Механизм биологического воздействия ионизирующих излучений на человека: детерминированные и стохастические эффекты.

Детерминированные эффекты. Пороговая модель возникновения эффектов. Принцип предотвращения детерминированных эффектов.

Стохастические эффекты. Результаты эпидемиологических наблюдений за жертвами бомбардировок в Хиросиме и Нагасаки. Риск онкологических заболеваний снижение средней продолжительности жизни. Модели зависимости стохастических эффектов от величины дозы облучения. Принцип предосторожности. Принятие линейной зависимости доза-эффект.

2. Цель радиационной безопасности - предотвращение появления детерминированных эффектов и снижение вероятности появления стохастических эффектов до приемлемых уровней.

Базовая система защиты: обоснование практической деятельности, индивидуальный дозовый предел, оптимизация защиты, принцип ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Установление пределов доз облучения, два предназначения пределов, неприемлемый и допустимый риски.

Не принятие нулевого риска, оптимизация защиты, управление радиационным риском на основе принципа ALARA.

3. Оптимизация защиты: выявление проблемы, определение вариантов и факторов, количественное измерение факторов, сравнение и выбор вариантов, анализ чувствительности, результаты ALARA, окончательное решение.

Стоимость человеко-зиверта. Концепция, модели, положение дел и практика.

Количественные методы оптимизации. Примеры оптимизации.

## 6. Лабораторный практикум, практические занятия (семинары)

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

- [1] Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И. и др. Безопасность и надежность технических систем: Учебное пособие. М.: Университетская книга: Логос, 2008.
- [2] Ахмедзянов В.Р., Лашёнова Т.Н., Максимова О.А. Обращение с радиоактивными отходами: учебное пособие. М: ИАЦ "Энергия", 2008 г. // ЭБС «КнигаФонд». <http://www.knigafund.ru/books/42342> (дата обращения: 30.08.2011).-Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».
- [3] Иойрыш А.И. Концепция атомного права: научное издание. М: ЮНИТИ-ДАНА, 2008 г. // ЭБС «КнигаФонд». <http://www.knigafund.ru/books/106693> -Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».

### Дополнительная литература

- [1] *Половко А.М.* Основы теории надежности: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006.

## Авторские методические разработки

Лекционные материалы в виде Power Point – презентации.

## Технические и электронные средства обучения, иллюстрированные материалы

- Мультимедийный проектор,
- Проектор «overhead»

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория, оборудованная экраном и прибором для демонстрации лекционного материала.

## 9. Формы контроля, перечень выносимых на зачет вопросов.

Текущий контроль – контроль посещаемости лекций, проведение коллоквиумов.

Вопросы к коллоквиуму:

Вопросы к зачету:

1. Физические величины
2. Детерминированные эффекты. Пороговая модель.
3. Стохастические эффекты. Зависимость доза-эффект.
4. Три принципа радиационной безопасности.
5. Нормируемые величины
6. Операционные величины
7. Коллективная эффективная доза
8. Пределы дозы. Два значения предела.
9. Принцип ALARA
10. Управление радиационным риском
11. Процедура ALARA.
12. Концепция приемлемого риска.
13. Концепция польза - затраты.
14. Использование целевой функции при оптимизации защиты.
15. Денежное выражение единицы коллективной дозы.
16. Зависимость величины  $\alpha$  от индивидуальных доз облучения.
17. Блок-схема оптимизации радиационной безопасности.