



#4069

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ-УПИ**



Утверждаю
Проректор университета

О.И. Ребрин

24 МАЙ 2006

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РАДИО- И ДОЗИМЕТРИИ**

**Рекомендовано Методическим советом УГТУ-УПИ
для направления 651000 – Ядерные физика и технологии
специальности 140306 – Электроника и автоматика физических
установок**

**Екатеринбург
2006**

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего и среднего образования и учебным планом по направлению 651000 – Ядерная физика и технологии, специальность 140306 – Электроника и автоматика физических установок.

Программу составил: Кружалов А.В., профессор,
кафедра экспериментальной физики

Программа одобрена на заседании кафедры экспериментальной физики « 6 » апреля 2006 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой

Кружалов А.В.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии физико-технического факультета « 14 » апреля 2006 г., протокол № 4

Председатель Методической комиссии

Волобуев П.В.

АННОТАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

Дисциплина посвящена описанию теоретических и экспериментальных методов в радиометрии и дозиметрии ионизирующих излучений. Изложены основные характеристики материалов и средств измерения используемых для детектирования излучений. Приведены сведения о биологическом действии излучений, уровнях естественного облучения человека. Рассмотрены современная концепция, нормы и правила радиационной безопасности, а также рекомендации по организации служб радиоэкологического контроля.

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение дисциплины требует от студентов специальных знаний по теоретической и прикладной физике, математике, информатике, электронике, экспериментальным методам ядерной физики. Данной дисциплине должны предшествовать такие учебные дисциплины:

- ◆ высшая математика;
- ◆ общая и теоретическая физика;
- ◆ информатика и вычислительная техника;
- ◆ электроника и микропроцессорная техника;
- ◆ экспериментальная ядерная физика;
- ◆ экспериментальные методы ядерной физики.

Изучение дисциплины имеет целью обеспечение подготовки студентов в области методов и средств количественного измерения ионизирующих излучений, обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды, организации служб радиационной и радиозэкологической безопасности.

Задачей преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний и практических навыков, необходимых для самостоятельной работы в различных отраслях народного хозяйства, в которых используются источники ионизирующих излучений.

Предметом дисциплины являются физические величины, определяющие последствия воздействия излучений на объекты живой и неживой природы, методы и средства измерений.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

После изучения данной дисциплины студент должен получить специальную подготовку, необходимую для успешной практической деятельности, связанной с использованием источников ионизирующих излучений в науке, медицине, различных отраслях народного хозяйства, обеспечивая при этом безопасность человека и окружающей среды.

Требования к знаниям и умениям по дисциплине:
студент должен иметь представление:

- ◆ о закономерностях распространения заряженных и незаряженных частиц в веществе;
- ◆ об адекватности дозиметрических величин эффектам воздействия ионизирующих излучений на объекты живой и неживой природы;
- ◆ о многовариантности методов и устройств измерения дозиметрических величин.

знать и уметь использовать:

- ◆ свойства и характеристики ионизирующих излучений;
- ◆ теоретические основы дозиметрии, основные понятия дозиметрии, требования к инструментальным методам радиометрии и дозиметрии;
- ◆ основные типы дозиметров, радиометров, применяемых в радиационной физике, экологии и биологии;

уметь:

- ◆ квалифицированно выбирать и использовать дозиметрическую и радиометрическую аппаратуру;
- ◆ пользоваться современными методами обработки данных эксперимента, оценивать погрешности расчетов и экспериментов;
- ◆ определять дозовые нагрузки на человека и объекты окружающей среды, находящихся в полях ионизирующих излучений;

иметь опыт:

- ◆ проведения дозиметрических и радиометрических измерений.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины	140	10	
Аудиторные занятия	80	10	
Лекции	48	10	
Практические занятия (ПЗ)			
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	32	10	
Другие виды аудиторных занятий			
Самостоятельная работа	60	10	
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическая работа			
Графическая работа			
Домашняя работа			
Домашнее задание			
Реферат			
Другие виды самостоятельных занятий			
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен зачет	10	

4. Содержание дисциплины

4.1. Раздел дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, час.	ПЗ, час.	ЛР, час.	ДР, час.
1.	Введение	1			
2.	Основные понятия и определения источников и полей ионизирующих излучений	1			
3.	Величины и единицы измерения полей ионизирующих излучений, радиоактивности. Система дозиметрических величин	5			
4.	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом – физические основы дозиметрии	6		4	
5.	Биологическое действие ионизирующих излучений	3			
6.	Нормирование уровней внешнего и внутреннего излучений. НРБ-99 и ОСПОРБ-99.	5		4	
7.	Фоновое облучение человека	2			
8.	Методы и средства радиометрии и дозиметрии. Их классификация	1			
9.	Ионизационные методы дозиметрии и радиометрии	3		4	
10.	Люминесцентные методы дозиметрии	2		4	
11.	Сцинтилляционный метод регистрации фотонного излучения	2		4	
12.	Фотографический и химические методы дозиметрии	2			
13.	ЭПР-дозиметрия. Калориметрический метод	2			
14.	Особенности дозиметрии нейтронов	2		4	
15.	Дозиметрия потоков заряженных частиц	1		4	
16.	Принципы построения радиометрической и дозиметрической аппаратуры	2			
17.	Измерение концентрации радиоактивных газов и аэрозолей	3		4	
18.	Основы метрологии ионизирующих излучений	4			

19.	Дозиметрия при радиационных авариях	2			
-----	-------------------------------------	---	--	--	--

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи курса. Области использования радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений. Предприятия ядерно-топливного и ядерно-оружейного циклов – как фактор потенциальной опасности для человека и окружающей среды. Современная концепция радиационной безопасности. Специфика современного этапа и задачи инженера-физика. Знание основ радиометрии, дозиметрии, радиационной биологии и радиационной безопасности – необходимый элемент современной цивилизации. (1 час).

Раздел 2. Основные понятия и определения источников и полей ионизирующих излучений. Скалярные характеристики поля излучения. Дифференциальные характеристики. Токовые и потоковые величины (1 час).

Раздел 3. Величины и единицы измерения ионизирующих излучений. Активность радионуклида и единицы ее измерения. Схемы распада радионуклидов. Радиоактивные ряды. Активности материнского и дочернего радионуклидов. Связь между массой радионуклида, постоянной его распада и активностью. Правило десяти периодов полураспада. Керма – постоянная (γ -постоянная) радионуклида. Радиевый гамма-эквивалент. Керма-эквивалент. Связь мощности дозы с активностью гамма-источника. Классификация и определение дозиметрических величин. Физические, нормируемые и операционные величины. Линейная передача энергии, тормозная способность вещества (5 часов)

Раздел 4. Общие вопросы взаимодействия излучения с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом и их пробег. Процессы взаимодействия фотонного излучения с веществом. Коэффициенты передачи и поглощения энергии. Эффективный атомный номер. Взаимодействие нейтронов различных энергетических групп с веществом (6 часов).

Раздел 5. Биологическое действие ионизирующих излучений. Радиочувствительность различных биологических видов. Первичные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с биологической тканью. Прямое и косвенное действие излучения. Особенности взаимодействия нейтронов с биологической тканью. Биологические последствия облучения. Детерминированные, соматико-стохастические и генетические радиационные эффекты (3 часа).

Раздел 6. Нормирование уровней внешнего и внутреннего облучения. Принципы нормирования уровней облучения. Линейная беспороговая концепция. Эволюция подходов к нормированию дозовой нагрузки. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) 1990 г. по нормированию уровней облучения профессионально работающих с излучением и остального населения. Основные нормативные документы: «Закон РФ о радиационной безопасности населения», «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99).

Внутреннее облучение. Пути проникновения радионуклидов. Понятие метаболизма. Скорость биологического выведения. Радиобиологические характеристики основных радионуклидов. Регламентируемые величины, характеризующие внутреннее облучение.

Условия оценки дозовой нагрузки при сочетании внутреннего и внешнего облучения (5 часов).

Раздел 7. Фоновое облучение человека. Естественные и искусственные источники. Естественный и техногенно-измененный фон. Проблема радона. Требования НРБ-99 к защите от природного облучения в производственных условиях. Требования НРБ-99 к ограничению природного облучения населения. Облучение в медицинских целях. Ограничение медицинского облучения. Радиационный фон, обусловленный испытанием ядерного оружия (2 часа).

Раздел 8. Методы и средства радиометрии и дозиметрии. Классификация приборов радиационного контроля. ГОСТ 27451-87. (1 час).

Раздел 9. Ионизационные методы дозиметрии и радиометрии. Принципы ионизационного метода. Условие электронного равновесия. Теория Брегга-Грея. Вольт-амперная характеристика газового промежутка и ее анализ. Ионизационные камеры, их типы и применение. Применение теории Брегга-Грея для стеночной камеры. Соотношение между мощностью экспозиционной дозы и ионизационным током. Ход с жесткостью.

Газоразрядные счетчики. Их свойства, характеристики, применение в дозиметрии фотонного излучения (3 часа).

Раздел 10. Люминесцентные методы дозиметрии. Явление люминесценции. Термолюминесцентные дозиметры. Материалы для ТЛД. Кривая термовысвечивания как мера поглощенной дозы. Интегральный и пиковый метод в термолюминесцентной дозиметрии. Индивидуальные термолюминесцентные дозиметры.

Радиофотолуминесцентные дозиметры, дозиметры на основе деградации люминесценции (2 часа).

Раздел 11. Сцинтилляционный метод регистрации фотонного излучения. Физические основы сцинтилляционного метода. Материалы сцинтилляторов и их основные характеристики. Работа сцинтилляционного дозиметра в токовом и счетчиковом режимах. Энергетическая зависимость чувствительности. Сравнение их характеристик с газоразрядными счетчиками (2 часа).

Раздел 12. Фотографический и химические методы дозиметрии. Фотографическое действие рентгеновского и гамма-излучения. Дозовая чувствительность рентгеновской пленки. Ход с жесткостью фотодозиметра. Индивидуальный дозиметр ИФКУ.

Ферросульфатный дозиметр (дозиметр Фрикке).

Метод радиационного окрашивания. Пленочные химические дозиметры (2 часа).

Раздел 13. ЭПР-дозиметрия. Калориметрический метод. Физические основы методов. Ретроспективная дозиметрия (2 часа).

Раздел 14. Особенности дозиметрии нейтронов. Дозы, создаваемые в биологической ткани тепловыми и быстрыми нейтронами. Методы регистрации нейтронов. Измерение плотности потока нейтронов (сцинтилляционный, ионизационный, активационный методы). Трековые детекторы. Методы дозиметрии нейтронов в смешанном поле гамма- и нейтронного излучения.

Средства нейтронной дозиметрии (2 часа).

Раздел 15. Дозиметрия потоков заряженных частиц. Экспериментальные методы β -дозиметрии. Использование экстраполяционных камер и термолуминесцентных дозиметров. Кожный дозиметр. Измерение параметров радиационных установок с ускорителями заряженных частиц (1 час).

Раздел 16. Принципы построения радиометрической и дозиметрической аппаратуры. Основные структурные схемы. Краткие технические характеристики дозиметрических и радиометрических приборов, блоков и устройств детектирования. Комплексы агрегатных технических средств для комплектования систем радиационного контроля (2 часа).

Раздел 17. Измерение концентрации радиоактивных газов и аэрозолей. Естественные и искусственные радиоактивные газы, пути их образования. Измерение концентрации искусственных радиоактивных благородных газов с помощью газоразрядных счетчиков и ионизационных камер. Определение концентрации радона.

Радиоактивные аэрозоли. Характеристика радиоактивных аэрозолей. Концентрирование радиоактивных аэрозолей на фильтрах. Определение активности аэрозолей. Естественные радиоактивные аэрозоли – продукты распада радона. Определение концентрации ДПР. Активные и пассивные методы измерения. Средства измерения радиоактивных аэрозолей (3 часа).

Раздел 18. Основы метрологии ионизирующих излучений. Предмет радиометрии. Радиометрический контроль на предприятиях ядерно-энергетического цикла. Радиометрический контроль объектов окружающей среды. Метрология радионуклидов. Средства измерений: меры и измерительные приборы. Образцовые меры и образцовые измерительные приборы. Государственный первичный эталон единицы активности. Государственные специальные эталоны.

Методы измерения абсолютной активности радионуклидов. Метод фиксированного телесного угла. Метод 4п-счета. Метод совпадений. Относительный метод измерения активности с помощью образцовых мер. Метод измерения гамма-излучающих радионуклидов в смеси. Методы измерения удельной активности. Относительный метод измерения удельной активности. Измерение удельной активности «толстой» пробы (4 часа).

Раздел 19. Дозиметрия при радиационных авариях. Характеристики полей излучений и распределение дозы в теле человека на ядерных критических сборках. Индивидуальная дозиметрия γ -излучения. Индивидуальная дозиметрия нейтронов. Индивидуальный дозиметрический контроль аварийных доз облучения (2 часа).

5. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1.	4	Закон ослабления фотонного излучения
2.	6	Оценки радиационной обстановки на рабочих местах персонала
3.	9	Дозиметрия фотонного излучения с помощью газоразрядных счетчиков
4.	11	Термолюминесцентный метод дозиметрии
5.	10	Сцинтилляционный метод дозиметрии фотонного излучения
6.	14	Дозиметрия нейтронного излучения
7.	15	Дозиметрия электронного излучения
8.	17	Определение концентрации естественных радиоактивных аэрозолей

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. Иванов В.И. Курс дозиметрии. Учебник для вузов. 4-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1988. 296 с.
2. Машкович В.П., Панченко А.М. Основы радиационной безопасности. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1990. 175 с.
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). М.: Минздрав России, 2000. 97 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). М.: Минздрав России, 1999. 115 с.
5. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. 4-е изд. Перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1995. 495 с.
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1999. 516 с.
7. Дозиметрия ионизирующих излучений. Метод.руководство к лабораторному практикуму. Екатеринбург, 1999.

б) дополнительная литература

1. Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений; (метод. Руководство). Под общ.ред. В.И.Гришмановского. Т.1. Организация и методы контроля. М.: Атомиздат, 1980. 272 с.
2. Дозиметрический и радиометрический контроль. Радиометрия проб. Под общ. ред. В.И.Гришмановского. М.: Энергоиздат, 1981. 208 с.
3. Ободовский И.М. Сб. задач по экспериментальным методам ядерной физики. М.: Энергоатомиздат, 1987. 280 с.
4. Прикладная метрология ионизирующих излучений. Ю.И.Брегадзе, Э.К.Степанов, В.П.Ярина. Под ред. Ю.И.Брегадзе. М.: Энергоатомиздат, 1990. 264 с.
5. Крайтор С.Н. Дозиметрия при радиационных авариях М.: Атомиздат, 1979.
6. Периодические научные журналы (Атомная энергия, АНРИ, Радиационная биология. Радиоэкология и др.).

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Подготовка студентов к лекциям и лабораторным работам. Выдача задач для самостоятельной работы студентов.
2. Сдача коллоквиума по теме лабораторной работы, защита отчета по выполненной работе.
3. Образцы детекторов и приборов, наглядные пособия.

4. Программный пакет RUMP.
5. Программный пакет TRIM.
6. Программа SIGMA.
7. Методики измерения активности и мощности эквивалентной дозы, утвержденные Госстандартом России.
8. Проведение конкурса на лучшее знание дисциплины во время проведения Дней Науки студентов.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория интерактивных средств обучения.
2. Компьютерный класс.
3. Специализированная лаборатория по дозиметрии излучений.
4. Поверочная учебная лаборатория радоновых средств измерения.
5. Ускорители заряженных частиц.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (по усмотрению)

При изучении дисциплины одновременно с изучением лекционного теоретического материала студентам выдаются индивидуальные задания по решению задач. Выполнение заданий проходит под контролем преподавателя. При выдаче заданий по УИРС и дипломированию предусматриваются соответствующие разделы. Студенты приглашаются на научные семинары и конференции, проводимые в городе по проблемам радиационной безопасности и радиоз экологии. Организуются тематические экскурсии (БАЭС, СФНИКИЭТ, СПРО «Радон», Институт электрофизики УрО РАН и др.).