

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

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

« _____ » _____ 20 ____ г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные методы радиационной безопасности
(наименование дисциплины)

по направлению (специальности)

140 307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»
(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: специалист

Курс (семестр): IV, (8)

г. Дубна, 2009 г.

Программа дисциплины «» по направлению (специальности) 140 307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»: Учебная программа. Автор: – Дубна: Университет «Дубна», 2009.

Автор программы: Мокров Ю.В., доцент, кафедра биофизики
ФИО, ученое звание, кафедра

_____ (подпись)

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

140 307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»:
(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры _____ Биофизика
(название кафедры)

Протокол заседания № _____ от «_____» _____ 200__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Красавин Е.А. /
(ученое звание) (подпись) (фамилия, имя, отчество)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой¹ _____ / _____ /
(ученое звание) (подпись) (фамилия, имя, отчество)
«_____» _____ 20__ г.

Рецензент: _____
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

ОДОБРЕНО

декан факультета (директор института, филиала) _____ / _____ /
(ученое звание, степень) (подпись) (ФИО)
«_____» _____ 20__ г.

Руководитель библиотечной системы _____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

_____ ¹ если программа разработана обучающей кафедрой

Программа дисциплины

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

СД.00	Специальные дисциплины	
СД.09	Инструментальные методы радиационной безопасности	102
	Средства для измерения экспозиционной, поглощенной и эквивалентной дозы и мощности дозы; избирательные радиометры нейтронов, электронов, фотонов, альфа-частиц; радиометры импульсного излучения; радиометры аэрозолей и радона; электрометрические схемы; спектрометры: типы спектрометров, характеристики; гамма-спектрометры; обработка приборных спектров гамма-излучения; нейтронные спектрометры; активационный метод спектрометрии нейтронов.	

Структура и содержание программы:

1) Аннотация

В последнее время вопросам радиационной безопасности уделяется значительное внимание. Одним из наиболее действенных путей обеспечения радиационной безопасности является проведение радиационного контроля с использованием инструментальных методов. В связи с этим большое значение при подготовке специалистов по направлению «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» имеет изучение студентами тех методов и средств измерений, с помощью которых обеспечивается радиационная безопасность на предприятиях и в окружающей среде. Это нашло отражение в построении программы курса «Инструментальные методы радиационной безопасности». В ней рассматриваются основные цели и задачи радиационной безопасности, контролируемые радиационные параметры, в том числе источники их появления и современные величины для измерений, особенности применения различных методов и средств дозиметрии, радиометрии и спектрометрии ионизирующих излучений при обеспечении радиационной безопасности. В курсе проведен анализ современного состояния средств радиационного контроля в свете современных требований, норм и правил, рассмотрены наиболее характерные примеры таких средства измерений.

Учебной задачей данной дисциплины является подготовка квалифицированных специалистов по обеспечению радиационной безопасности. способных грамотно оценивать контролируемые радиационные параметры на предприятиях и в окружающей среде, обоснованно выбирать необходимые средства измерений, квалифицированно их использовать и правильно интерпретировать полученные результаты.

Основными методами обучения являются: чтение лекций по различным разделам курса, проведение лабораторных работ по изучению и использованию различных методов и средств радиационного контроля, самостоятельная работа студентов. При этом большое внимание уделяется ознакомлению с современными методами и средствами радиационного контроля и радиационных исследований на ядерно-

физических установках ОИЯИ, с разработкой новейших приборов в специализированных организациях Дубны.

Требования ГОС ВПО в программе детализированы и уточнены.

Студенты, изучающие данный курс, должны знать атомную и ядерную физику, экспериментальные методы ядерной физики, дозиметрию ионизирующих излучений, основные положения метрологии, в том числе способы обработки результатов измерений.

Форма работы студентов: посещение лекций, изучение описаний лабораторных, проведение лабораторных работ и практических занятий.

Используются следующие виды контроля: периодический опрос по изученным разделам курса, ответы на контрольные вопросы перед проведением лабораторных работ, контроль правильного выполнения лабораторных работ, их защита и сдача.

Результирующая оценка формируется с учетом работы студента в течение семестра и по ответу на экзамене.

2) Цели и задачи дисциплины

Данная дисциплина базируется на следующих разделах: основные представления о радиационной безопасности и радиационном контроле, принципы построения приборов радиационного контроля, дозиметры фотонного и нейтронного излучений, радиометры аэрозолей, газов и проб окружающей среды, спектрометры и счетчики излучения человека, системы радиационного контроля, дозиметрия кожи и хрусталика.

С данной дисциплиной связаны курсы: экспериментальные методы ядерной физики, дозиметрия ионизирующих излучений.

3) Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В результате изучения дисциплины студенты должны усвоить все ее разделы, описанные ниже. Они должны уметь грамотно оценивать контролируемые радиационные параметры на предприятиях и в окружающей среде, обоснованно выбирать необходимые методы и средства измерений, квалифицированно их использовать и правильно интерпретировать полученные результаты, получить навыки работы с дозиметрами и радиометрами фотонного и нейтронного излучений и др. приборами радиационного контроля.

4) Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			...
Общая трудоемкость дисциплины	102				
Аудиторные занятия	51	51			
Лекции	34	34			
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	17	17			
Самостоятельная работа	11	11			
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (эссе)					
Контрольная работа					
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	эк-за-мен	эк-за-мен			

5) Содержание программы

Разделы (темы) дисциплины, содержание и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР	самостоятельная работа студентов
1	Радиационная безопасность и радиационный контроль	4			0,5
2	Основные принципы построения приборов радиационной безопасности	2		2	0,5
3	Дозиметры фотонного излучения	4		2	1
4	Дозиметры и радиометры нейтронного излучения	2		2	1
5	Индивидуальные дозиметры фотонного и нейтронного излучений	4		2	1
6	Радиометры аэрозолей и газов	2			1
7	Радиометры жидкости и проб окружающей среды	2		2	1
8	Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей	4			1
9	Спектрометрические приборы	2		2	1
10	Счетчики излучения человека	2			1
11	Системы радиационного контроля	2		2	1
12	Дозиметрия эквивалентных доз кожи и хрусталика	4			1

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

6) Лабораторный практикум

Лабораторный практикум

Таблица 4а

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	3	<p>Ионизационные и сцинтилляционные дозиметры фотонного излучения.</p> <p>В работе изучаются наиболее распространенные дозиметры фотонного излучения, которые работают на основе ионизационного и сцинтилляционного методов регистрации излучения. В данной работе внимание уделено инспекционным дозиметрам, т.е. дозиметрам, которые измеряют дозы облучения без присутствия в поле излучения человека. В процессе выполнения работы студенты изучают наиболее распространенные в практике радиационного контроля дозиметры фотонов по их Руководствам по эксплуатации,</p>

		<p>непосредственно работают с приборами по измерению доз фотонного излучения от радионуклидного источника цезия-137, расположенного в защитном контейнере. Результаты измерений обрабатываются в соответствии с концепцией неопределенности измерений. Проводится анализ показаний приборов различных типов и выясняются причины их различий.</p>
2	4	<p>Дозиметры нейтронов на основе детекторов тепловых нейтронов в водородсодержащих замедлителях.</p> <p>В работе изучаются наиболее распространенные в практике радиационного контроля дозиметры нейтронов на основе водородсодержащих замедлителей. Работа таких дозиметров основана на замедлении падающих на дозиметр нейтронов широкого энергетического диапазона и последующей регистрации замедлившихся нейтронов датчиками тепловых нейтронов, расположенных внутри замедлителей. Дозиметры такого типа обладают рядом преимуществ в сравнении с дозиметрами других типов. В работе изучаются дозиметры двух типов: с одним замедлителем и с набором замедлителей. К первому относится дозиметр на основе борного счетчика в комбинированном замедлителе, который широко используется в радиационном контроле в ОИЯИ. К нему же относится ряд промышленных дозиметров, таких, как КДН-2 и ДН-А-1. Ко второму типу относится многошаровой дозиметр со сцинтилляционным детектором, в котором используется набор шаровых полиэтиленовых замедлителей разного диаметра.</p> <p>В процессе выполнения работы студенты изучают указанные выше дозиметры и проводят измерения доз излучения от радионуклидного Pu-Be источника нейтронов, расположенного в защитном контейнере.</p>
3	4	<p>Образцовый всеволновый счетчик нейтронов (радиометр) ОВС-3.</p> <p>В работе изучается всеволновый счетчик нейтронов, то есть счетчик, который имеет постоянную чувствительность в широком диапазоне энергий нейтронов – от тепловых нейтронов до нейтронов с энергией до 14 МэВ. Объясняется принцип работы счетчика и особенности его конструкции, позволяющие ему иметь постоянную чувствительность в широком диапазоне энергий. В процессе выполнения работы студенты определяют с помощью ОВС-3М поток нейтронов от Pu-Be источника нейтронов, расположенного в защите из борированного полиэтилена. Сравняется полученное значение потока со значением, приведенным в свидетельстве о поверке источника. Объясняется причина различия</p>

		этих значений.
4	5	<p>Фотографические методы определения индивидуальных доз фотонного излучения.</p> <p>Фотографический метод до недавних пор являлся одним из самых распространенных методов индивидуальной дозиметрии фотонов и применяется в настоящее время. Ему свойственны простота, универсальность, высокая чувствительность и документальность. В работе изучаются индивидуальные дозиметры ИФК-2,3, в которых используется фотографический метод с рентгеновской пленкой, и денситометры двух типов, которые служат для определения почернения пленок. Студенты измеряют на денситометре почернения облученных и проявленных пленок и с помощью построенных ранее градуировочных кривых определяют дозы облучения.</p>
5	5	<p>Индивидуальные дозиметры нейтронов на основе ядерных эмульсий.</p> <p>Фотоэмульсионный метод дозиметрии нейтронов основан на использовании ядерной эмульсии типа МК-20 толщиной 20 микрон. Доза нейтронов определяется по числу треков в эмульсии, которые подсчитываются лаборантами с помощью микроскопа с увеличением до 1000 раз. Треки образуются в эмульсии протонами отдачи, которые возникают при взаимодействии нейтронов с ядрами азота и водорода, входящими в состав эмульсии. Использование данного метода дозиметрии нейтронов основано на использовании замедляющих свойств человеческого тела, на котором располагается дозиметр.</p> <p>В процессе выполнения работы студенты определяют с помощью микроскопа количество треков на траверсе длиной 15 мм эмульсии МК-20. По полученному числу треков определяется доза облучения сотрудника, использовавшего дозиметр с данной эмульсией. При этом используются результаты градуировки дозиметра на радионуклидном источнике нейтронов.</p>
6	5	<p>Комплекс индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-301.</p> <p>Комплекс индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-301 является наиболее приемлемым отечественным промышленным комплексом ИДК. Он широко используется на многих российских предприятиях, таких, как атомные станции, НИИ и т.п. В этом комплексе используются термolumинесцентные детекторы (ТЛД) на основе фтористого лития, регистрирующие как нейтроны, так и фотоны. При этом для измерения доз нейтронов используются альбедные дозиметры, работа которых основана на регистрации замедлившихся в теле человека и вышедших из него нейтронов с помощью ТЛД, расположенных на поверхности тела.</p>

		<p>При выполнении данной работы студенты знакомятся с составом комплекса, с устройством индивидуального дозиметра ДВГН-01, входящего в состав комплекса. Каждый из них измеряет на считывателе СТЛ-100 с помощью дозиметра дозу облучения, которую он получил при выполнении работы на поверочной установке. После выполнения работы распечатывается протокол доз, полученных всеми студентами.</p>
7	3,4	<p>Поверочные установки и поверка приборов радиационного контроля.</p> <p>Все дозиметры, используемые в радиационном контроле, подлежат обязательной ежегодной поверке, в процессе которой определяется их пригодность к работе. Поверка дозиметров проводится на поверочных установках с использованием рабочих эталонов. В качестве рабочих эталонов применяются либо радионуклидные источники, либо дозиметры.</p> <p>В процессе выполнения работы студенты знакомятся с устройством и характеристиками двух поверочных установок, используемых в ОИЯИ для поверки дозиметров.</p> <p>Дозиметры фотонного излучения поверяются на поверочной установке типа УПГД. Основным элементом ее является коллимирующее устройство, в котором формируется коллимированный пучок фотонов, в котором располагаются поверяемые дозиметры.</p> <p>Дозиметры нейтронов поверяются в условиях открытой геометрии с экранирующим конусом, который служит для учета вклада рассеянных в помещении нейтронов в показания дозиметров. В качестве рабочего эталона при этом используется дозиметр ДКС-96 с нейтронным датчиком.</p> <p>В процессе проведения работы студенты проводят поверку дозиметра фотонов ДРГ-01-Т1 в коллимированном пучке, создаваемым радионуклидным источником цезий-137. В результате они должны сделать заключение о пригодности прибора к работе.</p>

Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Мокров Ю.В. Инструментальные методы радиационной безопасности. Учебное пособие. Международный университет природы, общества и человека «Дубна». Дубна, 2007.
2. Исхаков О.А., Калентьев В.К., Сидоров Ю.Д., Ли Н.И., Терехов П.В., Хабибулин А.С. Основы промышленной радиографии: Минография. Изд.: КГТУ, 2008, 226 стр. // ЭБС «КнигаФонд». – URL: <http://www.knigafund.ru/books/42393> (дата обращения: 5.09.2011).-Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».
3. Юрасова Т.И. Основы радиационной безопасности: Учебное пособие. Изд.: АТиСО, 2008 г., 156 стр. // ЭБС «КнигаФонд». – URL:

<http://www.knigafund.ru/books/14976> (дата обращения: 5.09.2011).-Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».

Дополнительная литература

1. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учебник. Изд.: ФИЗМАЛИТ, 2004, 443 стр.

Авторские методические разработки – при подготовке и проведении лабораторных работ студенты используют «Описание лабораторных работ по курсу ИМРБ», подготовленное автором.

7) Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы с дозиметрами и радиометрами фотонного и нейтронного излучений проводятся в кабинете радиационного мониторинга, оснащенном необходимыми приборами и индивидуальными дозиметрами, а также вспомогательным оборудованием (осциллографом, генератором импульсов, пересчетным прибором и др.). Лабораторные работы по автоматизированному комплексу индивидуального контроля АКИДК-301 и по поверочным установкам проводятся в Отделе радиационной безопасности ОИЯИ.

8) Формы контроля, перечень выносимых на экзамен (зачет) вопросов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ по ИМРБ

1. Понятие радиационной безопасности (РБ), ее цель и основные задачи.
2. Что является методологической основой РБ?
3. Какие мероприятия обеспечивают приведение радиационной обстановки в соответствие с установленными критериями безопасности?
4. Назовите основополагающие федеральные законы и нормативные документы в области РБ.
5. Что такое радиационная обстановка и радиационный контроль (РК)? Что включает в себя радиационный контроль и какие его виды вы знаете?
6. В чем состоит отличие нормируемых дозиметрических величин от операционных? Назовите основные нормируемые и операционные величины, используемые в РК.
7. Перечислите основные контролируемые радиационные параметры при проведении РК.
8. Перечислите признаки, по которым классифицируется аппаратура для контроля радиационной безопасности?
9. В чем состоит метод преобразований при измерении ионизирующих излучений (ИИ)? Назовите основные стадии преобразования энергии ИИ в детекторах.
10. Что относится к электронно-измерительным устройствам и в чем состоит их назначение? Что является основой современных электронно-измерительных устройств?
11. Блоки детектирования (БД) и их основные параметры. Назовите наиболее важные общие специальные параметры.
12. В чем состоит различие инспекционных и индивидуальных дозиметров? Для каких видов контроля они применяются?
13. Объясните принцип действия и структурную схему дозиметра фотонов с газоразрядными счетчиками. Приведите и объясните зависимость его чувствительности от энергии.
14. Как устроен и работает конденсаторный индивидуальный дозиметр.
15. Опишите принцип действия сцинтилляционных дозиметров фотонов и назовите известные вам такие дозиметры. Для чего в них используются комбинированные сцинтилляторы?
16. Принцип действия фотографического индивидуального дозиметра фотонов. Сенситометрическая характеристика пленочного дозиметра фотонов – способы ее построения и использования.
17. На чем основан принцип действия термолюминесцентного дозиметра фотонов? В чем состоят пиковый и интегральный методы измерений ТЛД, их сравнительные достоинства и недостатки.
18. Перечислите основные требования к ТЛД при их использовании в дозиметрии.
19. В чем состоят основные преимущества ТЛД из фтористого лития в сравнении с другими ТЛД?

20. Каков состав ТЛ-систем, используемых в индивидуальном дозиметрическом контроле (ИДК)
21. Какие основные типы детекторов и ядерные реакции используются в дозиметрии и радиометрии нейтронов.
22. В чем состоит сущность метода дозиметрии и радиометрии нейтронов на основе воспроизведения требуемой энергетической зависимости чувствительности (ЭЗЧ)? Принцип использования в дозиметрии детекторов тепловых нейтронов в замедлителях.
23. Приведите примеры дозиметров нейтронов, использующих детекторы тепловых нейтронов в замедлителях, и способы их построения.
24. В чем состоят достоинства и недостатки индивидуальных дозиметров нейтронов на основе ядерных эмульсий.
25. Принцип действия альбедного дозиметра нейтронов и почему их необходимо градуировать в реальных полях излучения?
26. Какие типы индивидуальных дозиметров нейтронов, кроме альбедных и эмульсионных, вы знаете?
27. Перечислите основные задачи радиометрии.
28. Из каких основных узлов состоят радиометры? Что такое избирательность радиометров и как она обеспечивается?
29. Аэрозоли и их происхождение. Приведите примеры изотопного состава альфа- и бета-активных аэрозолей?
30. В чем состоят особенности прямых и косвенных методов измерения активности аэрозолей? На каких процессах основаны косвенные методы?
31. Перечислите наиболее распространенные детекторы, используемые в радиометрах альфа-активных аэрозолей.
32. Какие основные дочерние продукты распада радона (ДПР) вы знаете? С чем связана опасность радона и ДПР? Назовите основные источники радона в жилых помещениях.
33. Эквивалентная равновесная объемная активность радона (ЭРОА) и ее соотношение с объемной активностью (ОА). Объясните смысл коэффициента радиоактивного равновесия между радоном и ДПР.
34. В чем состоят интегральные и мгновенные методы измерений ОА и ЭРОА радона? Приведите примеры приборов для измерения этих величин.
35. Радиоактивные бета-газы и их источники. Основные методы и средства измерений бета-активных газов.
36. Чем обусловлена задача измерения активности проб жидкости и окружающей среды? Назовите основные этапы определения содержания радионуклидов в пробах.
37. Какие наиболее распространенные радиометры жидкости и проб окружающей среды вы знаете?
38. Виды и изотопный состав радиоактивного загрязнения поверхностей. В чем состоит контроль загрязнения с помощью мазков и с помощью приборов и установок?
39. Понятие спектра излучения. Спектрометры, их виды и классификация.
40. Что такое функция отклика и аппаратурная форма линии (АФЛ) спектрометра? Основные характеристики АФЛ.
41. Назовите основные методы спектрометрии нейтронов. Объясните принцип действия многошарового спектрометра нейтронов.
42. В чем состоит качественный и количественный анализ спектров? В чем состоит градуировка спектрометра?
43. Какие основные задачи решаются с помощью современных спектрометров? Приведите примеры таких спектрометров.
44. Назовите основные методы определения активности радионуклида, усвоенного организмом. Что такое счетчик излучения человека (СИЧ)? Приведите основные типы геометрии измерения содержания радионуклидов с СИЧ.
44. Из каких составных частей состоят СИЧ и на какие основные типы они подразделяются?
45. Назовите основные задачи, решаемые с помощью СИЧ. Перечислите основные характеристики СИЧ.
46. Чем вызвано создание систем радиационного контроля? Какие основные задачи решают современные системы РК?
47. На какие виды подразделяются системы РК? Что представляет из себя современная автоматизированная система РК (АСРК)? Перечислите основные задачи, решаемые на различных

уровнях АСРК.

48. Какова радиационная опасность слабопроникающего излучения? Перечислите основные способы определения доз облучения кожи и хрусталика и их особенности.

49. Опишите устройство и принцип действия дозиметра для кожи лица и хрусталика на основе ТТЛД-580

9) Тематика курсовых проектов или курсовых работ, рефератов, эссе, выпускных квалификационных работ.

10) Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.
(включаются в программу по усмотрению разработчиков)