

Тема 7. Фотографический и химический методы дозиметрии фотонного излучения

Фотографическое действие излучения. Дозовая чувствительность фотодозиметра. Компенсация энергетической зависимости чувствительности. Индивидуальный фотоконтроль. Радиационно-химические превращения. Жидкие дозиметрические системы.

Тема 8. Дозиметрия нейтронов

Биологическое действие нейтронов. Отличия от обычной ионизации при воздействии на живую клетку и фрагменты клетки. Реакции на водороде и азоте для медленных нейтронов. Ударная ионизация быстрыми нейтронами. Длина пробега в узком пучке. Первоударная доза. Зависимость максимума дозы по глубине при росте энергии. Зависимость биологического эквивалента дозы от энергии.

Дозиметрия быстрых нейтронов с помощью ионизационных камер. Применение пропорциональных счетчиков для дозиметрии быстрых нейтронов. Сцинтилляционный метод дозиметрии нейтронов. Активационный метод дозиметрии нейтронов. Трековые дозиметрические детекторы. Другие методы дозиметрии нейтронов.

Тема 9. Эквидозиметрия

Неравномерность потерь энергии в веществе. Понятие действующего спектра излучения. ЛПЭ-спектры. Способы экспериментального определения линейной передачи энергии. Разреженная сфера. Определение ЛПЭ колоночным методом.

Детерминированные и стохастические биологические эффекты ионизирующего излучения. Биологические основы детерминированных и стохастических эффектов. Относительная биологическая эффективность ионизирующего излучения. Коэффициент качества излучения. ОБЭ-взвешенная доза.

Относительная чувствительность органов и тканей к действию ионизирующего излучения. Взвешивающий коэффициент органа или ткани. Эквивалент эффективной дозы. Ожидаемый эквивалент эффективной дозы. Сфера МКРЕ. Расширенное и выровненное поля. Фантомы. Рабочие дозиметрические величины для мониторинга рабочего места и для индивидуального мониторинга.

Тема 10. Дозиметрия инкорпорированных радионуклидов

Пути поступления радионуклидов внутрь организма. Образование и свойства радиоактивных аэрозолей. Особенности биологического действия радиоактивных аэрозолей. Естественные радиоактивные аэрозоли. Радонометрия. Способы прижизненного определения содержания инкорпорированных радионуклидов. Формирование дозы излучения инкорпорированных радионуклидов. Кинетика формирования дозы.

Камерные модели. Косвенные методы определения поступления радионуклидов в организм человека. Дозовые коэффициенты.

Тема 11. Точность и адекватность в дозиметрии

Калибровка индивидуальных дозиметров. Калибровка приборов для контроля радиационной обстановки. Дозиметрическая линейка, фантомы. Поверка дозиметров. Оценка неопределенностей результата дозиметрических измерений.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Поле ионизирующего излучения. Доза излучения	4	4		4			1, 2, 3, 4, 5, 7
1.1	Поле излучения. Токовые и потовые величины. Теорема Фано	2	4					
1.2	Виды доз. Различия между кермой и дозой. Экспозиционная доза				4			
1.3	Линейная передача энергии. Биологическое действие излучения	2						
2.	Физические основы дозиметрии фотонного излучения	6	6					1, 2, 3, 4, 5, 7
2.1	Преобразование энергии фотонного излучения в веществе. Разделение энергии между вторичными электронами (керма) и остаточным фотонным излучением. Передача энергии и поглощение энергии ионизирующего излучения веществом	2	2					
2.2	Электронное равновесие. Сравнение кермы и дозы на границе раздела сред	2						
2.3	Дозовые характеристики излучения		4					
2.4	Основные проблемы ионизационных камер	2						

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
3.	Ионизационные дозиметрические детекторы	6			4			1, 3, 5, 7
3.1	Процессы, происходящие в ионизационной камере при облучении	2			4			
3.2	Газоразрядные счетчики	2						
3.3	Конденсаторные камеры. Измерение дозы при разном коэффициенте собирания. Работа в импульсном режиме	2						
4.	Полупроводниковые дозиметрические детекторы	4						1, 5, 7
4.1	Использование ППД в режиме счетчика	2						
4.2	Проблемы при использовании ППД	2						
5.	Сцинтилляционный метод дозиметрии фотонного излучения	2						1, 5, 7
6.	Люминесцентные методы дозиметрии	4						1, 5, 7
6.1	Образование центров окраски под воздействием ионизирующего излучения. Фотолюминисценция	2						
6.2	Термолюминисценция	2						
7.	Фотографический и химический методы дозиметрии фотонного излучения	2						1, 5, 7
8.	Дозиметрия нейтронов	6						1, 5, 7

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
8.1	Биологическое действие нейтронов. Реакции на водороде и азоте	2						
8.2	Различные методы дозиметрии нейтронов	4						
9.	Эквидозиметрия	10	14		4			1, 2, 3, 4, 5, 7
9.1	Действующего спектра излучения.	2						
9.2	Определение ЛПЭ колоночным методом	2						
9.3	Детерминированные и стохастические биологические эффекты ионизирующего излучения	2						
9.4	Поглощенная и эквивалентная доза в органе или ткани. ОБЭ-взвешенная доза. Эффективная доза. Эквивалент дозы	2	8					
9.5	Рабочие дозиметрические величины для мониторинга рабочего места и для индивидуального мониторинга. Расчет доз от точечного и протяженных источников различной конфигурации	2	6		4			
10.	Дозиметрия инкорпорированных радионуклидов	8			12			1, 3, 5, 7
10.1	Образование и свойства радиоактивных аэрозолей.	2			4			

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	Радонометрия							
10.2	Формирование дозы излучения инкорпорированных радионуклидов	2						
10.3	Камерные модели	2						
10.4	Устройство СИЧ	2						
10.5	Определение Cs-137 в организме человека				4			
10.6	Определение Sr-90 в организме человека				4			
11.	Точность и адекватность в дозиметрии				8			3, 5, 7
11.1	Калибровка индивидуальных дозиметров. Калибровка приборов для контроля радиационной обстановки				4			
11.2	Оценка неопределенностей результата дозиметрических измерений.				4			

4. Информационно-методическая часть

Основная литература

1. Иванов В.И. Курс дозиметрии. М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980.
3. Романцов В.П., Романцова И.В., Ткаченко В.В. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений. Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2012 – 140 с.
4. Романцова И.В. Радиоактивные аэрозоли: Учебное пособие по курсам: «Дозиметрия излучений», «Дозиметрия и защита от излучений» и «Ядерно-физические методы анализа». – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – 72 с.
5. Романцов В.П., Романцова И.В., Ткаченко В.В. Сборник лабораторных работ по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений. Издание 2-е, дополненное и переработанное. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010. – 132 с.
6. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П., Безруков Б.А., Долженков И.В., Алексеев А.Г. Основы радиационного контроля на АЭС. Учебное пособие / Под ред. В.А. Кутькова и В.В.Ткаченко. – Обнинск: концерн «Росэнергоатом», ИАТЭ, 2005. – 268 с.

Дополнительная литература

7. Кеирим-Маркус И.Б. Эквидозиметрия. М.: Атомиздат, 1980.
8. Родионов Ю.А. Основы дозиметрии и защиты от излучений. Конспект лекций. – Санкт-Петербург, Институт ядерной энергетики (филиал) Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (ИЯЭ (ф) СПбГПУ). 2013. – 142 с.
9. Публикация 103 МКРЗ. – М.: ФМБЦ имени А. И. Бурназяна, ФМБА РОССИИ, 2009. – 343 с.
10. Публикация 118 МКРЗ. Пер. с англ. / Под общей ред. А. В. Аклеева и М. Ф. Киселева. Челябинск : Книга, 2012. – 383 с.

Примерный перечень тем практических занятий

Тема 1. Радиометрические величины

Характеристики источников ионизирующего излучения.
Характеристики поля ионизирующего излучения.

Тема 2. Базовые дозиметрические величины

Характеристики взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Передача энергии и поглощение энергии ионизирующего излучения веществом. Дозовые характеристики излучения. Фотонное излучение источников со сложным спектральным составом и источников с

материнскими и дочерними радионуклидами. Бета-излучение изотропных источников.

Тема 3. Эквидозиметрические величины. Нормирование облучения

Величины для оценки рисков развития эффектов излучения. Величины для определения требований к состоянию радиационной безопасности. Величины для демонстрации соответствия требованиям обеспечения радиационной безопасности.

Тема 4. Поле излучения точечного и протяженного источников без защиты

Расчет характеристик полей излучения от точечного и протяженных источников различной конфигурации (без учета самопоглощения и многократного рассеяния).

Примерный перечень лабораторных работ

1. Стохастический характер фонового излучения
2. Энергетическая зависимость чувствительности дозиметров фотонного излучения.
3. Индивидуальный дозиметрический контроль с помощью дозиметра ДКГ-АТ2509
4. Посещение НПУП «Атомтех». Калибровка индивидуальных дозиметров. Калибровка приборов для контроля радиационной обстановки. Дозиметрическая линейка, фантомы.
5. Дозиметрия инкорпорированных радионуклидов (Cs-137 и Sr-90) в теле человека
6. Оценка дозы от излучения дочерних продуктов распада радона
7. Поверка дозиметров. Оценка неопределенностей результата измерений.

Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Оценка доз облучения от внешних источников ионизирующего излучения при индивидуальном дозиметрическом контроле (методы ИДК, использование операционных величин).
2. Оценка доз облучения вследствие поступления радионуклидов при индивидуальном дозиметрическом контроле (методы ИДК, использование операционных величин).
3. Оценка доз внешнего и внутреннего облучения при контроле радиационной обстановки с использованием операционных величин.
4. Оценка доз внутреннего облучения обусловленных ингаляционным поступлением Rn и его ДПР.
5. Оценка доз внешнего облучения с учетом геометрии облучения (грудь-спина, верх-низ и т.п).

6. ОБЭ взвешенная поглощенная доза и ее практическое использование (оценка риска и порогов детерминированных эффектов, D-величины).
7. Величины радиационной защиты (Публикация 103 МКРЗ, приложения В.1 – В.3)
8. Практическое применение дозовых величин в радиационной защите. Неопределенности и экспертные оценки в радиационной защите. (Публикация 103 МКРЗ, приложения В.5 – В.6)
9. Фотографические методы дозиметрии.
10. Химические методы дозиметрии.
11. Калориметрические методы дозиметрии.
12. Люминесцентные методы дозиметрии.
13. Методы дозиметрии нейтронов.
14. Гормезис.
15. Радонотерапия.
16. Оценка дозы от внутреннего облучения вследствие ингаляционного поступления йодита цезия (публикация №RS-G-1.2).
17. Пути поступления радионуклидов внутрь организма. Оценка дозы от внутреннего облучения.
18. Мониторинг рабочего места в учебной лаборатории кафедры (публикация №RS-G-1.3).
19. Выполнение типового испытания дозиметра ДБГ-06Т (публикация №RS-G-1.3).
20. Выполнение типового испытания дозиметра МКС-АТ6130 (публикация №RS-G-1.3).
21. Выполнение типового испытания дозиметра ДКГ-АТ2509 (публикация №RS-G-1.3).
22. Оценка дозы от внутреннего облучения вследствие перорального поступления стронция (публикация №RS-G-1.2).
23. Оценка дозы от внутреннего облучения вследствие перорального поступления цезия (публикация №RS-G-1.2).
24. Калибровка и оценка стабильности фоновых характеристик экспертного бета-гамма СИЧ.
25. Определение минимально детектируемой активности экспертного бета-гамма СИЧ.
26. Проверка воспроизводимости показаний экспертного бета-гамма СИЧ.
27. Обработка результатов измерений на экспертном бета-гамма СИЧ.
28. Оценка индивидуальной дозы по показаниям приборов контроля радиационной обстановки и ее сравнение с показаниями индивидуального дозиметра (публикация №RS-G-1.3).

Наименования и виды методических средств:

№ п / п	Наименование	Вид
1.	Сборник заданий к практическим занятиям	Учебное пособие, электронный файл
2.	Методические указания к лабораторным работам.	Электронный и бумажный виды

Формы контроля знаний:

№ п / п	Форма
1.	Выборочный контроль на лекциях
2.	Проведение контрольных работ в группе
3.	Защита отчетов по лабораторным работам
4.	Компьютерное тестирование на зачете
5.	Проведение зачета по курсу
6.	Аттестация по курсовой работе.
7.	Проведение экзамена по курсу

5. Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

Учебную программу разработал:

старший преподаватель

кафедры ядерной и радиационной безопасности

_____ Е.М. Хаджинов

6. Дополнения и изменения к учебной программе на ____ / ____ учебный год

№ п / п	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

К.Т.Н., доцент _____ Н.Н.Тупин

УТВЕРЖДЕНО

Декан факультета мониторинга окружающей среды

К.Б.Н., доцент _____ В.В.Журавков

РЕЦЕНЗИЯ
на учебную программу по дисциплине
«Дозиметрия»
для высших учебных заведений по специальностям
1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» и
1-31 04 05 «Медицинская физика»

Дисциплина «Дозиметрия» служит для формирования теоретических основ знаний будущих специалистов и даёт основы профессиональных знаний, необходимые будущим специалистам по ядерной и радиационной безопасности и медицинской физике.

Содержание представленного проекта учебной программы по данной дисциплине отражает современное состояние вопроса. В программе рассматриваются основные понятия и представления классической дозиметрии, основы измерительных методов и их особенности, связанные с определением биологического эффекта; показаны особенности, связанные с облучением малых объемов. Полученные знания формируют основу для изучения дальнейших дисциплин специальностей таких, как «Биологическое действие ионизирующего излучения», «Основы радиационной безопасности» и других.

Список литературы, прилагаемый к программе, обладает достаточной полнотой и содержит как классические учебники по данному вопросу, так и достаточно недавние учебные издания российских ВУЗов. Также в рекомендованный список литературы входят публикации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) и Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), которые являются обязательными к изучению по указанным специальностям. Представленный список основной и дополнительной литературы отражает все вопросы программы.

Считаю, что содержание рецензируемой учебной программы по дисциплине «Дозиметрия» соответствует требованиям образовательного стандарта специальностей 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» и 1-31 04 05 «Медицинская физика» и может быть утверждена в установленном порядке.

Заведующий кафедрой ядерной физики
физического факультета БГУ,
кандидат физико-математических наук, доцент



Подпись *А.И. Тимощенко* удостоверяю
Зам. начальника управления
организационной работы и
документационного
обеспечения *А.И. Тимощенко*
06 20 16 г.

А.И. Тимощенко
А.И. Тимощенко

РЕЦЕНЗИЯ
на учебную программу по дисциплине
«Дозиметрия»
для высших учебных заведений по специальностям
1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» и
1-31 04 05 «Медицинская физика»

Дисциплина «Дозиметрия» относится к одной из сложных областей науки и практической деятельности, которую нельзя отнести к одной отрасли науки. Она опирается на хорошо развитую теорию взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, знания по химическом и биологическом действии ионизирующего излучения, которые дают в конечном итоге возможность измерить или установить расчетным путем дозу как единую для всех видов излучения и всех особенностей отдельных органов и тканей меру воздействия ионизирующего излучения на организм человека. Изучение этого курса является обязательным для профессиональной подготовки будущих специалистов в областях ядерной и радиационной безопасности и медицинской физики.

Проект учебной программы имеет достаточно полный список основной и дополнительной литературы, включая последние публикации МКРЗ и МАГАТЭ, необходимые для формирования современных профессиональных компетенций в области ядерной и радиационной безопасности и медицинской физики.

Проект программы имеет достаточный список основной и дополнительной литературы, включая последние публикации МКРЗ, необходимые для современной профессиональной подготовки в этой области.

Считаю, что содержание рецензируемой учебной программы по дисциплине «Дозиметрия» соответствует требованиям образовательного стандарта специальностей 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» и 1-31 04 05 «Медицинская физика» и она может быть утверждена в установленном порядке.

Заведующий лабораторией теоретической
физики и моделирования ядерных процессов
НИИ ЯП БГУ,
кандидат физико-математических наук, доцент

С.А. Кутень С.А. Кутень

С.А. Кутень
Иванов
Иванов

ЗАВЕДУЮЩИЙ
КАДРОВОЙ СЛУЖБЫ
НИИ ЯП БГУ
Навукова-дасячынна ўстанова «Інстытут ядзернай і радыяцыйнай фізікі» БДУ

заверяю
Ивановское И. В.