

Последипломные учебно-образовательные курсы по радиационной защите и безопасности источников излучения

Типовой учебный план

IAEA SAFETY RELATED PUBLICATIONS

IAEA SAFETY STANDARDS

Under the terms of Article III of its Statute, the IAEA is authorized to establish or adopt standards of safety for protection of health and minimization of danger to life and property, and to provide for the application of these standards.

The publications by means of which the IAEA establishes standards are issued in the **IAEA Safety Standards Series**. This series covers nuclear safety, radiation safety, transport safety and waste safety, and also general safety (i.e. all these areas of safety). The publication categories in the series are **Safety Fundamentals**, **Safety Requirements** and **Safety Guides**.

Safety standards are coded according to their coverage: nuclear safety (NS), radiation safety (RS), transport safety (TS), waste safety (WS) and general safety (GS).

Information on the IAEA's safety standards programme is available at the IAEA Internet site

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

The site provides the texts in English of published and draft safety standards. The texts of safety standards issued in Arabic, Chinese, French, Russian and Spanish, the IAEA Safety Glossary and a status report for safety standards under development are also available. For further information, please contact the IAEA at P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

All users of IAEA safety standards are invited to inform the IAEA of experience in their use (e.g. as a basis for national regulations, for safety reviews and for training courses) for the purpose of ensuring that they continue to meet users' needs. Information may be provided via the IAEA Internet site or by post, as above, or by e-mail to Official.Mail@iaea.org.

OTHER SAFETY RELATED PUBLICATIONS

The IAEA provides for the application of the standards and, under the terms of Articles III and VIII.C of its Statute, makes available and fosters the exchange of information relating to peaceful nuclear activities and serves as an intermediary among its Member States for this purpose.

Reports on safety and protection in nuclear activities are issued in other publications series, in particular the **Safety Reports Series**. Safety Reports provide practical examples and detailed methods that can be used in support of the safety standards. Other IAEA series of safety related publications are the **Provision for the Application of Safety Standards Series**, the **Radiological Assessment Reports Series** and the International Nuclear Safety Group's **INSAG Series**. The IAEA also issues reports on radiological accidents and other special publications.

Safety related publications are also issued in the **Technical Reports Series**, the **IAEA-TECDOC Series**, the **Training Course Series** and the **IAEA Services Series**, and as **Practical Radiation Safety Manuals** and **Practical Radiation Technical Manuals**. Security related publications are issued in the **IAEA Nuclear Security Series**.

**Последипломные учебно-
образовательные курсы по
радиационной защите и безопасности
источников излучения**

Типовой учебный план

Данная публикация была подготовлена подразделением МАГАТЭ:
Секция услуг в области дозиметрического контроля и радиационной защиты
Международное агентство по атомной энергии
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

ПОСЛЕДИПЛОМНЫЕ УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ ПО РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ И
БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ
ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН
МАГАТЭ, ВЕНА, 2004 год
IAEA-TCS-18
ISSN 1018-5518
© МАГАТЭ, 2004
Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Ноябрь 2004 года

ПРЕДИСЛОВИЕ

Часть мандата МАГАТЭ, изложенная в статье III (А.6) Устава, призвана обеспечить применение норм МАГАТЭ по безопасности для защиты от ионизирующих излучений и обеспечения безопасности источников излучения по требованию государства. Это может быть облегчено, в частности, путем содействия обмену информацией и подготовки ученых и экспертов в области использования атомной энергии в мирных целях (статья III (А.4)).

В резолюции GC(XXXV)/RES/552 (1991) Генеральной конференции Генеральному директору МАГАТЭ было предложено подготовить “всеобъемлющее предложение по обучению и подготовке кадров в области как радиационной защиты, так и ядерной безопасности”. Резолюция GC(XXXVI)/RES/584 (1992) Генеральной конференции положительно отметила предложение по обучению и подготовке кадров в области радиационной и ядерной безопасности, содержащееся в документе GC(XXXVI)/1016, одобрила его содержание и предложила Генеральному директору подготовить доклад о возможной программе деятельности по обучению и подготовке кадров в области радиационной и ядерной безопасности. В докладе GC(XXXVII)/1067 (1993), подготовленном впоследствии, было проведено четкое различие между учебно-образовательными курсами, семинарами-практикумами и семинарами и подчеркнуто, что учебно-образовательные курсы (более длительной продолжительности), основанные на типовом учебном плане, предназначены для молодых специалистов, которые со временем могут стать инструкторами в области радиационной защиты и ядерной безопасности в своих странах. Резолюция Генеральной конференции GC(43)/RES/13 (1999) предложила Секретариату МАГАТЭ укрепить программу обучения и подготовки кадров. В ответ на это в документе GOV/2000/34-GC(44)/7, Дополнение 6, было изложено состояние дел в области деятельности по обучению и подготовке кадров, уже осуществленной и запланированной, и определены меры по интенсификации деятельности по организации последипломных учебно-образовательных курсов в соответствии с резолюциями Генеральной конференции и по разработке на систематической основе программ и учебных материалов для конкретных целевых групп и конкретных применений источников излучения и радиоактивных материалов. Резолюция GC(44)/RES/13 (2000) Генеральной конференции настоятельно призвала Секретариат осуществлять все мероприятия, упомянутые в Дополнении 6. Далее в резолюции GC(45)/RES/10C в 2001 году и резолюции GC(46)/RES/9C в 2002 году Генеральной конференции настоятельно призвала Секретариат продолжать укреплять свои нынешние усилия в этой области.

Настоящая публикация является пересмотренным вариантом первоначального Типового учебного плана последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите, который был опубликован в апреле 1995 года (IAEA-SYL-01). Этот пересмотренный вариант Типового учебного плана учитывает требования и рекомендации Серии изданий по безопасности МАГАТЭ, № 115 (1996), и связанные с ней Руководства по безопасности, а также опыт, накопленный в проведении в последние годы последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите в нескольких регионах в Аргентине, Южной Африке, Сирии, Малайзии и Беларуси. Общая цель курсов осталась неизменной - обеспечить начальную базовую профессиональную подготовку в области радиационной защиты и безопасности для молодых специалистов, которые впоследствии станут инструкторами.

МАГАТЭ выражает признательность экспертам государств-членов, принявшим участие в рассмотрении Типового учебного плана для последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения, за внесенный ими вклад.

Сотрудниками МАГАТЭ, ответственными за настоящую публикацию, являются Г. Садагопан и К. Мрабит из Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов.

ПРИМЕЧАНИЯ РЕДАКТОРА

Использование названий отдельных стран или территорий не предполагает каких-либо суждений со стороны издателя, каковым является МАГАТЭ, относительно юридического статуса этих стран или территорий; их правительств и учреждений, а также установленных государственных границ.

Упоминание наименований отдельных фирм или продуктов производства (независимо от факта их регистрации) не означает посягательство на их право собственности; это не означает также их поддержку или рекомендации со стороны МАГАТЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	1
1.1. Общие сведения	1
1.2. Цель	2
1.3. Сфера применения	2
1.4. Структура.....	2
2. ОБЩИЙ ОБЗОР ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА.....	2
3. ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН.....	5
ЧАСТЬ I: ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ.....	5
ЧАСТЬ II: ВЕЛИЧИНЫ И ИЗМЕРЕНИЯ.....	9
ЧАСТЬ III: БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	14
ЧАСТЬ IV: ПРИНЦИПЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И МЕЖДУНАРОДНАЯ ОСНОВА	17
ЧАСТЬ V: РЕГУЛИРУЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.....	20
ЧАСТЬ VI: ОЦЕНКА ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ	23
ЧАСТЬ VII: ЗАЩИТА ОТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ	29
ЧАСТЬ VIII: МЕДИЦИНСКОЕ ОБЛУЧЕНИЕ В ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАДИОЛОГИИ, РАДИОТЕРАПИИ И ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ.....	37
ЧАСТЬ IX: ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	40
ЧАСТЬ X: ВМЕШАТЕЛЬСТВО В СЛУЧАЕ ХРОНИЧЕСКОГО И АВАРИЙНОГО ОБЛУЧЕНИЯ.....	45
ЧАСТЬ XI: ПОДГОТОВКА ИНСТРУКТОРОВ	50
БИБЛИОГРАФИЯ.....	54
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	59

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Цель последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения состоит в том, чтобы удовлетворить потребности профессионалов на уровне дипломированных специалистов или на эквивалентном уровне в начальной подготовке с целью приобретения прочных базовых знаний по радиационной защите и безопасности источников излучения. Курсы также преследуют цель снабдить необходимыми базовыми инструментами тех, кто станут инструкторами по радиационной защите и безопасному использованию источников излучения в своих странах. Они предназначены обеспечить как теоретическую, так и практическую подготовку по относящимся ко многим дисциплинам научным и/или техническим вопросам международных рекомендаций и норм по радиационной защите и их осуществления. Слушатели курсов должны иметь официально подтвержденное образование на уровне, эквивалентном университетской степени в области физических, химических или биологических наук или техники, и должны быть отобраны для работы в области радиационной защиты и безопасного использования источников излучения в своих странах. Настоящий пересмотренный вариант Типового учебного плана учитывает требования Международных основных норм безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (ОНБ), Серия изданий по безопасности МАГАТЭ, № 115 (1996), и рекомендации соответствующих Руководств по безопасности, а также опыт, накопленный в нескольких регионах в последние годы в проведении последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения. Общая цель курсов, как было указано, остается той же самой. Некоторые из усовершенствований в настоящем варианте включают следующее:

- Указана задача обучения для каждой части.
- Указаны предварительные требования для каждой части.
- Изменена структура учебного плана: части по принципам радиационной защиты и по регулирующему контролю были помещены перед оценкой дозы и после биологического действия ионизирующих излучений. Часть по связи с ядерной безопасностью опущена, и включен модуль по радиационной защите на АЭС.
- Добавлена часть по подготовке инструкторов, направленной на выполнение цели курсов в связи с концепцией “подготовки инструкторов”.
- Изменена предлагаемая продолжительность каждой части. Большой акцент придан регулирующему контролю и радиационной защите персонала. Общая предлагаемая продолжительность не изменилась (18 недель)¹, но учебный план достаточно гибок для того, чтобы адаптировать продолжительность и содержание курсов к конкретным потребностям.
- Пересмотрены содержание и технические термины в свете Глоссария МАГАТЭ по вопросам безопасности.
- Устранено ненужное повторение тем.
- В каждую часть добавлены практические учебные занятия (демонстрации, лабораторные занятия, предметные исследования, технические посещения и занятия по моделированию).

¹ Может быть увеличена.

Добавлен полный список публикаций для справок и для распространения среди участников и лекторов.

1.2. ЦЕЛЬ

Цель Типового учебного плана состоит в том, чтобы содействовать интеграции курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения в учебные планы учебных учреждений в государствах-членах и обеспечить последовательность и единый уровень в техническом содержании таких курсов.

1.3. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Основное внимание курсов сосредоточено на технической и административной основе, необходимой для регулирующих и эксплуатационных мер контроля в целях защиты от ионизирующих излучений и безопасного использования источников излучения во всех их применениях.

1.4. СТРУКТУРА

Раздел 2 содержит общий обзор типового учебного плана и его структуры, предварительных требований и задач обучения и указывает предлагаемую продолжительность для каждой части. В Разделе 3 дано описание содержания каждой части учебного плана и помещены список практических занятий и список справочных публикаций. В конце в Библиографии приведен сводный список справочных материалов.

2. ОБЩИЙ ОБЗОР ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА

Типовой учебный план последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения разделен на одиннадцать частей, и каждая часть подразделена на модули. Для каждой части указаны предварительные требования, а также общая задача обучения. Каждый модуль снабжен описанием содержания и ссылками на учебные материалы и справочные публикации. Содержание каждого модуля излагается с использованием коротких предложений и ключевых слов. Для каждого модуля также приводится список справочных публикаций. К каждой части прилагается список предлагаемых практических учебных занятий. Этими занятиями могут быть демонстрации, лабораторные занятия, предметные исследования, технические посещения, занятия по моделированию или семинары-практикумы.

Предварительные требования, общие задачи обучения и рекомендуемая продолжительность для каждой части указаны в Таблице I. Общее предварительное требование для курсов сводится к тому, что участники должны иметь официально подтвержденное образование на уровне, эквивалентном университетской степени в области физики, химии или биологических наук или техники и должны быть отобраны для работы в области радиационной защиты и безопасности источников излучения в своих странах.

ТАБЛИЦА I. ОБЩИЙ ОБЗОР ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА

№	Часть	Предварительное требование	Цель	Предлагаемая продолжительность (недели)
I	Обзор основных принципов	Официально подтвержденное образование	Ознакомиться с основами знаний в ядерной физике и смежных вопросах	2
II	Величины и измерения	Часть I	Понимать дозиметрические величины и их единицы измерения и выполнять связанные с этим расчеты. Ознакомиться с различными типами радиационных детекторов и принципами их работы, характеристиками и ограничениями. Научиться выбирать надлежащий детектор для данного радиационного поля и дозиметрических величин	1,5
III	Биологическое действие ионизирующего излучения	Часть I + Часть II	Ознакомиться с механизмами различных типов биологических эффектов после облучения ионизирующим излучением. Знать модели, используемые для получения коэффициентов риска с целью оценки ущерба	1
IV	Принципы радиационной защиты и международная основа	Части I-III	Получить знания о концептуальной основе МКРЗ и международных рекомендациях по радиационной защите и безопасному использованию источников излучения. Ознакомиться с ролью международных организаций в радиационной защите	0,5
V	Регулирующий контроль	Часть IV	Ознакомиться с элементами регулирующей инфраструктуры радиационной защиты и безопасности	1,5
VI.	Оценка внешнего и внутреннего облучения	Части I-IV	Научиться оценивать дозы, получаемые отдельными лицами в результате как внешнего, так и внутреннего облучения	2,5
VII.	Защита от профессионального облучения	Части I-V	Научиться использовать концепции радиационной защиты персонала в разработке программы по радиационной защите для любой практической деятельности	3

ТАБЛИЦА I. (продолж.)

№	Часть	Предварительное требование	Цель	Предлагаемая продолжительность (недели)
VIII	Медицинское облучение в диагностической радиологии, радиотерапии и ядерной медицине	Части I-VI	Научиться применять принципы радиационной защиты к медицинскому облучению (диагностическая и интервенционная радиология, радиотерапия и ядерная медицина). Понимать концепции, используемые для вычисления доз, получаемых пациентами, и выполнять операции по обеспечению качества	2
IX	Облучение населения вследствие практической деятельности	Части I-VII	Получить знания о различных путях, которыми население может быть подвергнуто воздействию излучения в результате различной практической деятельности, и о методах определения доз	1,5
X	Вмешательство в ситуациях хронического и аварийного облучения	Части I-VII + Часть IX	Получить знания о причинах и последствиях хронического облучения и радиологических и ядерных аварий и о подходах к смягчению последствий	1,5
XI	Подготовка инструкторов	Части I-X для подготовки учебных мероприятий	Научиться организовывать и проводить национальные учебные курсы. Развить дидактические навыки	1
Всего				18 недель

3. ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

ЧАСТЬ I: ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ

Предварительное требование: Официально подтвержденное образование со степенью или эквивалентного уровня в области физики, химии, биологических наук или техники.

Цель: Получить основы знаний в ядерной физике и смежных вопросах.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
I.1. Введение	Введение Общий обзор учебных курсов: цель, задачи обучения, содержание и план Введение в предмет радиационной защиты и безопасности источников излучения	Проспект, программа
I.2. Основы физики и математики, используемые в радиационной защите	Основы ядерной физики Введение в атомистическое строение Нейтроны, протоны и электроны; периодическая таблица; атомная масса, изотопы элемента; возбуждение, ионизация; энергия связи; ускоренные частицы; характеристическое рентгеновское излучение, тормозное излучение; электроны Оже, внутренняя конверсия; энергии Радиоактивность Ядерная стабильность; нестабильные ядра; радионуклиды; виды распада - альфа-, бета-, гамма-; типы спектров; позитрон; электронный захват; таблица радионуклидов; активность; закон радиоактивного распада; период полураспада; постоянная распада; среднее время жизни; активность, единицы; цепочки распадов и равновесие Ядерные реакции Типы реакций; наведенная радиоактивность; ядерное деление и термоядерный синтез (вопросы, касающиеся энергии); сечение; энергетика реакций Основы математики Дифференцирование/интегрирование; уравнения распада (экспоненциальные функции); обыкновенные линейные дифференциальные уравнения первого порядка с постоянной	Лекционные конспекты [1, 2, 3]

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	<p>Статистика</p> <p>Точность; надежность; проверка по критерию Стьюдента; Хи-квадрат; теория вероятности; случайные переменные; распределения: различные типы (логарифмически нормальное, биномиальное, пуассоновское, гауссово); диаграмма разброса; среднее, мода, медиана; стандартное отклонение; стандартная ошибка; доверительные уровни; регресс; корреляция; практическое применение к счету; аппроксимация кривой методами наименьших квадратов</p>	
I.3. Взаимодействие излучения с веществом	<p>Излучение заряженных частиц</p> <p>Тяжелые частицы (альфа-, протонные ядра)</p> <p>Механизмы передачи энергии, ионизация, ядерное взаимодействие с рассеянием; соотношение пробег-энергия; брэгговская кривая; тормозная способность; защита</p> <p>Бета-частицы</p> <p>Механизмы передачи энергии; соотношения; тормозное излучение; черенковское излучение; защита</p> <p>Незаряженное излучение</p> <p>Рентгеновское и гамма-излучение</p> <p>Фотоэлектрический эффект; комптоновское рассеяние; рождение пар; вторичная генерация фотонов; линейный массовый коэффициент ослабления; экспоненциальное ослабление; влияние Z на поглощающую среду; поправка на накопление; защита</p> <p>Нейтроны</p> <p>Взаимодействие; рассеяние; поглощение; категории энергии; нейтронная активация; радиоактивный захват (n,p), (n,γ); замедление; защита</p> <p>Наведенная радиоактивность: заряженными и незаряженными частицами</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2, 3]</p>
I.4. Источники излучения	<p>Естественное излучение</p> <p>Земные радионуклиды: уран ($U-235$ и $U-238$), $Th-232$, $K-40$; важные радионуклиды в $U-238$ и цепочках распада $Th-232$ (эманация Rn, Ra и т.д.); РМПП (радиоактивные материалы природного происхождения)</p> <p>Космическое излучение: типы космического излучения;</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[3]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	изменение с широтой и высотой	
	Техногенные радиоактивные источники	
	Радиоактивные источники: бета-, альфа-, гамма- и рентгеновские источники; изотопные нейтронные источники; закрытые источники; открытые источники и генераторы изотопов; корпуса источников; выпадение радиоактивных осадков; общие принципы безопасности источников излучения; производство радиоизотопов	
	Ядерные реакторы: обзор реакций ядерного деления и термоядерного синтеза; замедление нейтронов; нейтроны, коэффициент размножения, критичность; основные элементы ядерного реактора; типы реакторов; исследовательские реакторы; установки ядерного топливного цикла	
	Генераторы излучений	
	Генерация заряженных частиц: линейные ускорители; бетатроны; циклотроны	
	Генерация рентгеновского излучения: низкоэнергетические рентгеновские установки; линейные ускорители; другие установки; принципы и спектры; фильтрация и качество пучка	
	Генерация нейтронов: (d, n) реакции и (p, n) реакции; генерация нейтронов для нейтронной терапии	
	Применения ионизирующего излучения в медицине, промышленности и сельском хозяйстве	
	Потребительские товары	

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ I

- [1] CEMBER, H., Introduction to Health Physics, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York (2000).
- [2] FIRESTONE, R.B., BAGLIN, C.M., FRANK-CHU, S.Y. (Eds), Table of Isotopes (8th Edition, 1999 update), Wiley, New York (1999).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ I

№	Практические занятия	ТИП
I-1.	Ознакомление с различными типами источников излучения и объяснение их применения; природные и антропогенные радионуклиды; потребительская продукция	Демонстрация
I-2.	Демонстрация радиоактивного распада: диаграммы нуклидов, использование книг и программного обеспечения в качестве источников ядерных данных	Демонстрация
I-3.	Применение уравнения радиоактивного распада; использование некоторых простых математических программ	Упражнение
I-4.	Измерение периода полураспада	Лабораторные занятия
I-5.	Счет статистики с использованием счетчика Гейгера-Мюллера или аналогичного счетчика и радиоактивного источника и проверка статистических распределений	Лабораторные занятия
I-6.	Эманиации радона	Демонстрация
I-7.	Диапазоны альфа- и бета-частиц	Демонстрация
I-8.	Замедление и поглощение нейтронов	Демонстрация
I-9.	Демонстрация защитных свойств различных материалов и примеры расчета защиты	Демонстрация
I-10.	Демонстрация обратного рассеяния бета-излучения	Демонстрация
I-11.	Демонстрация поглощения бета-излучения в источниках различной толщины ('самопоглощение')	Демонстрация
I-12.	Определение максимальных энергетических уровней бета-излучения методом поглощения	Лабораторные занятия
I-13.	Изучение ослабления гамма-излучения как функции толщины и атомного числа Z	Лабораторные занятия

ЧАСТЬ II: ВЕЛИЧИНЫ И ИЗМЕРЕНИЯ

Предварительное требование: Успешное завершение Части I.

Цель: Понимать дозиметрические величины и их единицы измерения и выполнять связанные с этим расчеты. Ознакомиться с различными типами радиационных детекторов и принципами их работы, их характеристиками и ограничениями. Научиться выбирать соответствующий детектор для данного радиационного поля и дозиметрических величин.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
II.1. Величины и единицы	<p>Радиометрические величины и коэффициенты взаимодействия</p> <p>Радиационное поле; флюенс (мощность); флюенс энергии (мощность); сечение; массовый коэффициент ослабления; массовая тормозная способность</p> <p>Дозиметрические величины</p> <p>Облучение (мощность); керма (мощность); переданная энергия; поглощенная доза (мощность); линейная передача энергии (ЛПЭ), линейная энергия; доза на орган</p> <p>Величины радиационной защиты</p> <p>Эквивалентная доза (мощность); весовой множитель излучения (w_R); эффективная доза, тканевый весовой множитель (w_T); операционные величины: эквивалент амбиентной дозы; эквивалент направленной дозы; эквивалент индивидуальной дозы; поступление; ожидаемая доза</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[3, 4, 5, 6]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
II.2. Дозиметрические расчеты и измерения	<p>Дозиметрические расчеты</p> <p>Соотношение между флюенсом, кермой и поглощенной дозой; постоянная мощности кермы в воздухе; расчет кермы и поглощенной дозы</p> <p>Принцип полости Брэгга-Грея; измерение поглощенной дозы с ионизацией в газонаполненной полости; электронное равновесие; состав гомогенной полости; большая полость; малая полость; рекомбинационные эффекты; поправочные коэффициенты для определения поглощенной дозы в воде в фотонных и электронных пучках</p> <p>Точечные источники, плоские источники и объемные источники; поглощение и рассеяние в воздухе и в теле человека; ослабление первичного излучения и наращивание вторичного излучения; концепции продленных и выровненных полей; влияние геометрии</p> <p>Расчет дозы от нейтронных источников</p> <p>Микродозиметрия; тканезквивалентные детекторы</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2, 3, 4, 5, 6]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
II.3. Принципы обнаружения и измерения излучения	<p>Детекторы</p> <p>Газонаполненные детекторы</p> <p>Ионизационные камеры с измерениями тока; интегрирующие камеры; ионизационная камера высокого давления; экстраполяционные камеры; пропорциональные камеры; счетчики Гейгера-Мюллера</p> <p>Сцинтилляционные детекторы</p> <p>Твердые и жидкие сцинтилляторы; гашение</p> <p>Полупроводниковые детекторы</p> <p>Фотографические эмульсии</p> <p>Термолюминесцентные детекторы</p> <p>Ядерные трековые детекторы</p> <p>Нейтронные детекторы</p> <p>Детекторы, использующие (n,γ) или (n,p) реакции, активацию и прочее</p> <p>Детекторы с получением изображения</p> <p>Прочие детекторы: электреты; детекторы прямого заряда; термостимулированная экзоэлектронная эмиссия (TSEE); радиофотолюминесцентные детекторы (RPLD)</p> <p>Методы измерения</p> <p>Эффективность (геометрическая и собственная), фон, геометрия, статистика; счетчики импульсов и измерители скорости счета; дискриминаторы; разрешение; амплитудный анализ импульсов — совпадение и антисовпадение; анализ формы импульсов; компьютерный анализ спектров</p>	[1, 6]

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ II

- [1] KNOLL, G.T., Radiation Detection and Measurement, 3rd Edition, Wiley, New York (2000).
- [2] ATTIX, F.H., Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Wiley, New York (1986).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams: An International Code of Practice, Second Edition, Technical Reports Series No. 277, IAEA, Vienna (1997).

- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation, Report No. 60, ICRU, Bethesda, MD (1998).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ II

№	Практические занятия	Тип
II-1.	Демонстрация портативных мониторов каждого типа для альфа-, бета-, гамма- и нейтронных излучений и объяснение соответствующих применений; использование и получение справочной информации из инструкций по эксплуатации приборов	Демонстрация
II-2.	Занятия по расчетам с различными величинами	Упражнения
II-3.	Определение характеристик детекторов Гейгера-Мюллера: кривая скорости счета в зависимости от напряжения; реагирование на различные энергии излучения	Лабораторные занятия
II-4.	Определение фоновое уровня излучения	Демонстрация
II-5.	Измерение уровней бета-излучения для образцов бета-излучателей и определение суммарной эффективности	Лабораторные занятия
II-6.	Использование системы Гейгера-Мюллера с низким уровнем фона для измерения бета-источников низкой активности	Лабораторные занятия
II-7.	Калибровка сцинтилляционного гамма-спектрометра по энергии и активности	Лабораторные занятия
II-8.	Анализ сложного гамма-спектра с использованием полупроводниковых детекторов	Лабораторные занятия
II-9.	Калибровка системы альфа-спектрометрии по энергии и активности	Лабораторные занятия
II-10.	Калибровка ZnS (Ag) - сцинтилляционного счетчика для измерений альфа-активности	Лабораторные занятия
II-11.	Считывание фотопленок для индивидуальной дозиметрии, облученных разными типами излучения с различной энергией	Демонстрация
II-12.	Считывание показаний термолюминесцентных дозиметров	Демонстрация
II-13.	Проведение измерений с системами травления треков	Демонстрация

№	Практические занятия	Тип
П-14.	Проведение измерений низкой активности на тритии и углероде-14 жидкостными сцинтилляционными счетными системами	Лабораторные занятия
П-15.	Нейтронное детектирование и спектрометрия с использованием BF ₃ - детекторов и полиэтиленовых шариков-замедлителей	Лабораторные занятия
П-16.	Идентификация неизвестных радионуклидов	Лабораторные занятия
П-17.	Подготовка стандартных урановых источников	Лабораторные занятия

ЧАСТЬ III: БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Предварительное требование: Успешное завершение Части I и Части II.

Цель: Ознакомиться с механизмами различных типов биологических эффектов после облучения ионизирующим излучением. Знать модели, используемые для получения коэффициентов риска с целью оценки ущерба.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
III.1. Воздействие излучения на молекулярном и клеточном уровне	<p>Основы радиационной химии</p> <p>Разрушение химических связей посредством ионизации возбуждением; биологически важные элементы; прямое и косвенное воздействие излучения: образование свободных радикалов, взаимодействие с ДНК; взаимодействие с белками и липидами</p> <p>Воздействие излучения на клетки</p> <p>Хромосомы; ДНК; точковые мутации, хромосомные разрывы, митоз; митотическая дисфункция, гибель клеток; последствия гибели клеток; последствия повреждения клеток, репарация ДНК; чувствительность клеток; радиосенсибилизаторы и защитные факторы; хромосомные аберрации как биологический индикатор дозы</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[3]</p>
III.2. Детерминированные эффекты	<p>Эффекты общего облучения тела</p> <p>Общая кривая доза-реакция; порог; тяжесть; острый лучевой синдром; кроветворная система; желудочно-кишечный тракт; центральная нервная система</p> <p>Эффекты частичного облучения тела</p> <p>Кожа (эритема, изъязвление, эффект в зависимости от типа излучения и качества излучения); щитовидная железа, легкие, хрусталик глаза; гонады; пороговые дозы; эффект фракционирования и мощности дозы; истории болезни (аварийные облучения)</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2, 3]</p>
III.3. Стохастические соматические эффекты	<p>Стохастические эффекты</p> <p>Индукция и развитие рака; источники данных: оставшиеся в живых жертвы атомных бомбардировок, работники, наносящие люминофор на циферблат, медицинское облучение, шахтеры, данные по животным</p> <p>Зависимость доза-эффект; модели абсолютного и относительного риска; коэффициенты эффективности дозы и мощности дозы; коэффициенты риска МКРЗ, смертельные и несмертельные раковые заболевания</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2, 3, 4, 5]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
III.4. Стохастические наследственные эффекты	Стохастические эффекты Элементарная генетика; естественные мутации; образование гамет и повреждение хромосом (примеры); генные мутации; источники данных: человек и животные; концепция двойной дозы; НКДАР ООН и подход МКРЗ; допущения МКРЗ в отношении риска: последующие поколения и тяжесть	Лекционные конспекты [2, 3, 4, 5]
III.5. Воздействие на эмбрион и плод	Радиационные эффекты Чувствительность на различных стадиях развития; развитие головного мозга и задержка развития; индукция лейкемии и раковых заболеваний	Лекционные конспекты [2, 3, 5]
III.6. Эпидемиологические исследования и имеющиеся вопросы	Эпидемиологические исследования Статистические требования, современные виды исследований; коэффициенты ассоциации и смешивания, мощность и точность; перспективы и подводные камни	Лекционные конспекты
III.7. Концепция радиационного ущерба	Радиационный ущерб Необходимость совокупной меры ущерба; тканевый весовой множитель w_T , эффективная доза; пределы дозы, концепция коллективной дозы; подход, принятый МКРЗ; сравнение рисков от различных видов деятельности	Лекционные конспекты [1, 4]

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ III

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Ann. ICRP 21 1–3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [5] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR), Sources and Effects of Ionizing Radiation (1994 Report to the General Assembly), UN, New York (1994).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ III

№	Практические занятия	Тип
III-1.	Анализ хромосомных aberrаций	Демонстрация
III-2.	Интерпретация эпидемиологических данных	Предметное исследование
III-3.	Оценка рисков, связанных с дозами	Предметное исследование

ЧАСТЬ IV: ПРИНЦИПЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И МЕЖДУНАРОДНАЯ ОСНОВА

Предварительное требование: Успешное завершение Частей I, II и III.

Цель: Получить знания о концептуальной основе МКРЗ и международных рекомендациях по радиационной защите и безопасному использованию источников излучения. Ознакомиться с ролью международных организаций в области радиационной защиты.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
IV.1 Концептуальная основа:	Концептуальная основа Основная структура МКРЗ (типы облучения, контроль за источниками излучения); краткое рассмотрение величин, включая коллективную дозу Система радиологической защиты в предлагаемой и продолжающейся практической деятельности: Обоснование практики; оптимизация защиты с примерами; индивидуальные пределы дозы Потенциальное облучение; доза и ограничения, обусловленные риском Система защиты для вмешательства Оценка эффективности системы защиты	Лекционные конспекты [1, 5]

Модуль	Содержание	Справочные материалы
IV.2 Роль международных организаций в радиационной защите	<p>Международные организации</p> <p>Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ): уставные функции; создание и применение норм безопасности, юридически обязательные документы: конвенции</p> <p>Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ)</p> <p>Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ)</p> <p>Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН)</p> <p>Международная организация труда (МОТ)</p> <p>Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)</p> <p>Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО)</p> <p>Агентство по ядерной энергии ОЭСР (ОЭСР/АЯЭ)</p> <p>Панамериканская организация здравоохранения (ПАОЗ)</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 4, 5, 6]</p>
IV.3 Развитие культуры безопасности	<p>Культура безопасности сотрудников на всех уровнях</p> <p>Приоритетность безопасности: политика, процедуры; обязанности; полномочия для принятия решений; организационные меры; линии связи</p> <p>Показатели культуры безопасности</p> <p>Примеры культуры безопасности</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2, 3]</p>

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ IV

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Культура безопасности, Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-4, МАГАТЭ, (1991) Вена.

- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Examples of Safety Culture Practices, Safety Reports Series No. 1, IAEA, Vienna (1997).
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Ann. ICRP **21** 1–3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [6] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR), Sources and Effects of Ionizing Radiation (1994 Report to the General Assembly), UN, New York (1994).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ IV

№	Практические занятия	ТИП
IV-1.	Описание элементов системы радиологической защиты и культуры безопасности для любой данной практической деятельности	Предметное исследование
IV-2.	Принципы защиты и безопасности и национальный или международный опыт	Предметное исследование
IV-3.	Простая оценка культуры безопасности для данной организации	Предметное исследование

ЧАСТЬ V: РЕГУЛИРУЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

Предварительное требование: Успешное завершение Части IV.

Цель: Ознакомиться с элементами регулирующей инфраструктуры радиационной защиты и безопасного использования источников излучения.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
V.1. Правовая структура для радиационной защиты и безопасного использования источников излучения	<p>Законодательная основа</p> <p>Сфера применения основной правовой структуры</p> <p>Уставная основа; уполномочивающее законодательство</p> <p>Регулирующий орган</p> <p>Мандат регулирующих органов; обязанности; организация; надлежащие ресурсы; подготовка кадров, квалификация сотрудников; консультативные комитеты и консультанты</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 3, 5, 7]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
V.2. Регулирующая система	<p>Регулирующая система</p> <p>Набор положений (выполнение или предписания)</p> <p>Требования безопасности и руководства по безопасности</p> <p>Система уведомлений, регистрации, лицензирования и контроля за источниками излучения, включая критерии хранения и захоронения отходов; изъятия; освобождение от контроля</p> <p>Обязанности лицензиатов, зарегистрированных лиц и нанимателей</p> <p>Отношения между регулирующим органом и регулируемыми учреждениями; обратная связь</p> <p>Национальная инвентаризация источников излучения; бесхозные источники; импорт, экспорт, транспортировка</p> <p>Оценка безопасности; соблюдение требований безопасности; инспекции; применение санкций</p> <p>Требования по подготовке кадров</p> <p>Аварийная готовность; исследования аварий и управление аварийными ситуациями</p> <p>Распространение информации относительно защиты и безопасности и связь с населением</p> <p>Сотрудничество между нанимателями (совместное использование информации по безопасности, документы по индивидуальному дозиметрическому контролю и т.д.)</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2, 3, 4, 5, 7]</p>
V.3. Оценка эффективности программ в области регулирования	<p>Регулирующая оценка</p> <p>Методология оценки эффективности: оценочные показатели, критерии выполнения</p> <p>Независимое авторитетное рассмотрение</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[5, 6]</p>

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ V

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений

- и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radioactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching, Safety Series No. 91, IAEA, Vienna (1989).
 - [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards Series No. RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).
 - [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment Plans for Authorization and Inspection of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1113, Vienna (1999).
 - [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1067, Vienna (1999).
 - [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment by Peer Review of the Effectiveness of a Regulatory Programme for Radiation Safety, IAEA-TECDOC-1217, Vienna (2001).
 - [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. GS-R-1, IAEA, Vienna (2000).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ V

№	Практические занятия	ТИП
V-1.	Подготовка концептуальной регулирующей основы для страны с определенным типом и числом источников излучения	Предметное исследование
V-2.	Использование компьютерных материалов для информационной системы регулирующего органа (например, Информационная система МАГАТЭ для регулирующих органов (РАИС))	Демонстрация
V-3.	Исследование процесса лицензирования для промышленной или медицинской практики	Предметное исследование
V-4.	Проведение рассмотрения (обследования) безопасности с целью подачи заявки на получение лицензии для установки промышленной радиографии или другого вида практической деятельности	Предметное исследование
V-5.	Оценка заявки на использование радиоактивных источников, применяемых в детекторах дыма или другой потребительской продукции (учет принципа обоснования)	Предметное исследование
V-6.	Подготовка регулирующим органом официального сообщения для печати по конкретному вопросу	Предметное исследование

ЧАСТЬ VI: ОЦЕНКА ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

Предварительное требование: Успешное завершение Частей I-IV.

Цель: Научиться оценивать дозы, получаемые отдельными лицами в результате как внешнего, так и внутреннего облучения.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
VI.1. Оценка профессионального облучения от внешних источников излучения	<p>Дозиметрические величины (обзор)</p> <p>Весовой множитель излучения w_R в плане неограниченной линейной передачи энергии в воде; эквивалентная доза; тканевый весовой множитель w_T; эффективная доза; эквивалент индивидуальной дозы $H_p(0,07)$ и $H_p(10)$; эквивалент амбиентной дозы $H^*(d)$ и эквивалент направленной дозы ($H'(d)$)</p> <p>Программы контроля оценки индивидуальной дозы</p> <p>Разработка программ контроля</p> <p>Индивидуальный дозиметрический контроль</p> <p>Оценки эффективной дозы в различных условиях внешнего облучения: практические аппроксимации</p> <p>Интегрирующие индивидуальные дозиметры (ТЛД, пленочные, интегрирующие камеры и т.д.), калиброванные по эквиваленту индивидуальной дозы; использование электронных индивидуальных дозиметров; требования к рабочим характеристикам индивидуальных дозиметров</p> <p>Дозиметрия всего тела, конечностей и кожи</p> <p>Регламентные, специальные, аварийные оценки облучения</p> <p>Анализ неопределенностей: тип А) - неоднородность показаний чувствительности детектора из-за ограниченной чувствительности и фона, изменчивость показаний детектора в нулевой дозе; тип В) - энергетическая зависимость, зависимость от направления, нелинейность реагирования, затухание вследствие воздействия температуры и влажности, эффекты вследствие воздействия света или других видов ионизирующего излучения, механического удара, погрешностей калибровки, изменения локального естественного фона</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 15]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	<p>Программа контроля рабочего места</p> <p>Регламентный, связанный с выполнением задания и специальный контроль; стационарные и переносные мониторы; контроль для целей планирования работы; контроль для обнаружения изменений в производственной среде; системы контроля радиационных полей, поверхностей, благородных газов; использование эквивалента амбиентной дозы и эквивалента направленной дозы; измерители мощности дозы для безрецепторных условий, калиброванные по амбиентным и направленным величинам</p> <p>Интерпретация измерений</p> <p>Уровни регистрации; оценка доз на все тело, конечности и кожу; расчет эффективной дозы, вызванной внешним облучением; регламентный, связанный с выполнением конкретного задания и специальный контроль</p> <p>Калибровка</p> <p>Первичные и вторичные эталоны; источники, используемые для калибровки; калибровка; регламентные испытания оборудования, проверки работы, типовые испытания</p> <p>Обеспечение качества</p> <p>Процедуры обеспечения качества</p>	
VI.2. Оценка профессионального облучения от поступления радионуклидов	<p>Пути поступления</p> <p>Ингаляция (размеры частицы, аэродинамический диаметр по средней активности - АДСА), определение распределения по размеру аэрозолей), пероральное поступление и поглощение через кожу или раны; влияние удельной активности и физико-химического состояния: удержание в тканях, комплексообразование, полимеризация и т.д.</p> <p>Особый случай насыщенных тритием воды и пара: поступление через кожу водяных брызг и пара и респираторное поступление</p> <p>Поступление радионуклидов у работников; поступление радионуклидов у лиц из числа населения</p> <p>Программа контроля</p> <p>Программа контроля облучения от поступления радионуклидов</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2, 3, 5, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	<p>Программа контроля: необходимость, разработка программы регламентного контроля, методы измерения, частота контроля, контрольные уровни, специальный контроль</p> <p>Контроль рабочего места: поверхность, воздух; концепция условной допустимой концентрации в уходящем воздухе (DAC)</p> <p>Прямые методы индивидуального дозиметрического контроля: принципы; геометрия измерения: все тело, щитовидная железа, легкие; методы обнаружения; измерительные процедуры</p> <p>Косвенные методы индивидуального дозиметрического контроля: биологические пробы (моча, кал, выдыхаемый воздух, кровь, носовые выделения, проба ткани); нормализация проб; физические пробы (пробы воздуха, поверхностные пробы); методы обработки; методы анализа (радиохимическое разделение, обнаружение)</p> <p>Биокинетические модели, использованные МКРЗ</p> <p>Количественные аспекты поступления; поглощение в кровь и перенос к различным органам; отложение в органах</p> <p>Моделирование компартментными моделями; соотношения между компартментами в качестве основы для определения процедур контроля; удержание и выведение; экспоненциальные компартменты, биологический период полураспада и эффективный период полураспада</p> <p>Неэкспоненциальное удержание; модель тела МКРЗ (стандартный или условный человек); модель кишок; модель легких; возрастно-зависимые модели; поступление через раны и неповрежденную кожу</p> <p>Требования к рабочим характеристикам для систем обнаружения во внутренней дозиметрии</p> <p>Расчет ожидаемой эффективной дозы</p> <p>Ожидаемая эффективная доза; ожидаемая эффективная доза на единицу поступления; ожидаемая эффективная доза на единицу поступления у стандартного взрослого человека и как функция возраста; согласованность измерений с биокинетическими моделями;</p>	

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	<p>дозиметрические модели МКРЗ</p> <p>Расчет вклада органа в эффективную дозу</p> <p>Первичные и вторичные пределы; особый случай радона и дочерних продуктов радона</p> <p>Программное обеспечение для расчета внутренней дозы (характеристики и наличие)</p> <p>Калибровка</p> <p>Калибровка счетчиков радиоактивности тела; калибровка биохимических методов; взаимное сравнение радиохимических анализов; эталоны; регламентные испытания оборудования</p> <p>Обеспечение качества</p> <p>Процедуры обеспечения качества</p>	

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ VI

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, Safety Standards Series No. RS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, Safety Standards Series No. RS-G-1.2, IAEA, Vienna (1999).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation, Safety Standards Series No. RS-G-1.3, IAEA, Vienna (1999).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Indirect Methods for Assessing Intakes of Radionuclides Causing Occupational Exposure, Safety Reports Series No. 18, IAEA, Vienna (2000).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation, Report No. 60, ICRU, Bethesda, MD (1998).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Workplace Monitoring for Radiation and Contamination, Practical Radiation Technical Manual, IAEA-PRTM-1, Vienna (1995).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Personal Monitoring, Practical Radiation Technical Manual IAEA-PRTM-2, Vienna (1995).
- [11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (Revision of ICRP Publication No. 54), Publication No. 78, Ann. ICRP 27 3–4, Elsevier Science Ltd, Oxford (1997).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Direct Methods for Measuring Radionuclides in the Human Body, Safety Series No. 114, IAEA, Vienna (1996).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Safety Reports Series No. 16, IAEA, Vienna (2000).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment and Treatment of External and Internal Radionuclide Contamination, IAEA-TECDOC-869, Vienna (1996).
- [15] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers (Replacement of ICRP Publication No. 61), Publication No. 68, Ann. ICRP 24 4, Elsevier Science Ltd, Oxford (1994).
- [16] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Age Dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 5: Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients, Publication No. 72, Ann. ICRP 26 1, Elsevier Science Ltd, Oxford (1996).
- [17] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection, Publication No. 66, Ann. ICRP 24 1–3, Elsevier Science Ltd, Oxford (1994).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ VI

№	Практические занятия	ТИП
VI-1.	Разработка программы регламентного контроля (внутреннее и внешнее облучение)	Предметное исследование
VI-2.	Использование термолюминесцентной дозиметрии и пленочной дозиметрии для оценки индивидуальной дозы	Демонстрация
VI-3.	Интерпретация измерений, выполненных с помощью индивидуального дозиметра	Предметное исследование
VI-4.	Демонстрация практических систем, используемых для контроля помещений, поверхностей и воздуха	Демонстрация
VI-5.	Калибровка различных дозиметров	Техническое посещение дозиметрической лаборатории вторичных эталонов (ДЛВЭ)
VI-6.	Измерение содержания радионуклидов в теле посредством счета радиоактивности всего тела	Техническое посещение установки для счета радиоактивности всего тела
VI-7.	Измерение радионуклидов в пробах мочи	Лабораторные занятия
VI-8.	Расчет внутренних доз с использованием модели МКРЗ для острого и хронического облучения	Предметное исследование

ЧАСТЬ VII: ЗАЩИТА ОТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Предварительное требование: Успешное завершение Частей I-V.

Цель: Научиться использовать концепции радиационной защиты персонала в разработке программы радиационной защиты для любой практической деятельности.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
VII.1. Организация и управление	<p>Программа радиационной защиты</p> <p>Предшествующая радиологическая оценка и оценка безопасности; масштаб и структура программы радиационной защиты; ответственность и обязанности зарегистрированного лица, лицензиатов и нанимателей; ответственность работников и других лиц на рабочих местах; организация радиационной защиты; специальные административные меры; инфраструктура; роль лица, ответственного за радиационную защиту; роль эксперта; линии связи (внутренней, между нанимателями, с регулирующим органом); культура безопасности; обеспечение качества; аварийная готовность</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 4, 5, 6, 32]</p>
VII.2. Методы защиты и безопасного использования источников излучения; оптимизация	<p>Технические аспекты радиационной защиты от закрытых и открытых источников</p> <p>Общие принципы</p> <p>Время, расстояние и защита; минимальное число источников; защита от радиоактивного загрязнения; административно-хозяйственная работа; иерархия в защитных мерах - инфраструктура (разработка) и процедуры</p> <p>Безопасность и сохранность источников</p> <p>Физическая защита источников и отходов; испытание на утечку, знаки и маркировка; кондиционирование; защита; хранение; снятие с эксплуатации; аварийные процедуры</p> <p>Особенности конструкции установки</p> <p>Особенности конструкции (с учетом также эффектов рассеяния); система вентиляции; расчет защиты; предохранительные блокировки; оборудование для дистанционного манипулирования; вытяжные шкафы; горячие камеры; перчаточные боксы; раздевалка; физические барьеры; хранилища; трубопроводы для жидких отходов и контроль распада; стационарные дозиметры; предупредительные знаки; обеспечение</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 32, 34]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	<p>качества; надзор за вводом в эксплуатацию и регулирующая экспертиза</p> <p>Индивидуальная защита</p> <p>Защитная одежда; защита органов дыхания; контроль радиоактивного загрязнения; дезактивация</p> <p>Административные и процедурные меры контроля</p> <p>Классификация зон</p> <p>Контролируемые зоны и зоны надзора</p> <p>Политика и процедуры</p> <p>Местные правила и надзор; обоснование практики и мер вмешательства, соблюдение пределов дозы; ведение учетной документации и представление отчетов</p> <p>Оптимизация радиационной защиты</p> <p>Необходимость оптимизации; процесс оптимизации; уровни расследования; граничные дозы; использование помогающих принятию решения методов</p> <p>Обеспечение качества</p> <p>Регламентная оценка управления и технического выполнения; проверки и рассмотрения; обратная связь для введения усовершенствований</p> <p>Подготовка кадров</p> <p>Начальная подготовка для новых работников; конкретные процедуры техники безопасности; подготовка на курсах повышения квалификации; коммуникационные навыки</p>	
VII.3. Индивидуальный контроль и контроль рабочего места	<p>Контроль</p> <p>Цели контроля</p> <p>Индивидуальный дозиметрический контроль внешнего и внутреннего облучения</p> <p>Контроль рабочего места; выбор приборов и методов</p> <p>Интерпретация результатов; ведение учетной документации</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 6, 7, 8, 13, 26, 27]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
VII.4. Наблюдение за состоянием здоровья	<p>Наблюдение за состоянием здоровья</p> <p>Цели; обязанности; медицинское обследование работников; содержание подготовки врачей; консультирование; помощь переоблученным работникам</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 6, 9, 28, 30]</p>
VII.5. Потенциальное облучение	<p>Потенциальное облучение</p> <p>Оценка безопасности конструкций, систем, элементов и процедур, связанных с защитой и безопасностью, включая их модификации</p> <p>Документация по оценкам безопасности</p> <p>Предотвращение аварии, смягчение последствий и управление аварией; предусмотренные в проекте меры и обеспечение качества для контроля потенциального облучения; исследования аварий, инцидентов и аварийных облучений и последующая деятельность наряду с корректирующими мерами</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 3, 15, 29, 33, 35]</p>
VII.6. Защита от профессионального облучения в промышленной радиографии	<p>Промышленная радиография</p> <p>Общий обзор промышленной радиографии; типы облучательных устройств (источники для гамма-радиографии и контейнеры; оборудование рентгеновской радиографии; оборудование для внутренней дефектоскопии трубопроводов; радиография в режиме реального времени); организационные обязанности; конкретные регулирующие требования; основные требования к безопасности (конструкция и использование защитных кожухов; процедуры радиографии на месте; хранение и транспортировка источников; безопасность, связанная с обслуживанием оборудования); программа по радиационной защите: защита персонала; защита населения; аварийная готовность и реагирование; уроки, извлеченные из аварийного облучения в промышленной радиографии</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[10, 11, 18, 25, 34]</p>
VII.7. Защита от профессионального облучения на промышленных облучательных установках и ускорителях	<p>Промышленные облучательные установки и ускорители</p> <p>Общий обзор промышленных облучательных установок и ускорителей; организационные обязанности; основные требования к безопасности; конкретные регулирующие требования; безопасность, связанная с оборудованием; обслуживание; программа по радиационной защите: защита работников; аварийная</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[18, 22, 23, 34, 37, 38, 39]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	радиационной защите: защита работников; аварийная готовность и реагирование; уроки, извлеченные из аварийного облучения на промышленных облучательных установках и ускорителях	
VII.8. Защита от профессионального облучения при использовании ядерных средств измерения	Ядерные средства измерения Общий обзор измерительных устройств; организационные обязанности; основные требования к безопасности; безопасность, связанная с оборудованием; программа по радиационной защите; защита персонала	Лекционные конспекты [18, 24]
VII.9. Защита от профессионального облучения при использовании радиоиндикаторов	Радиоактивные индикаторы Общий обзор применений радиоиндикаторов; организационные обязанности; основные требования к безопасности; программа по радиационной защите. Контроль эфлюентов; защита персонала	Лекционные конспекты [18]
VII.10. Защита от профессионального облучения при использовании устройств для каротажа скважин	Каротаж скважин Общий обзор устройств для каротажа скважин; организационные обязанности; основные требования к безопасности; программа по радиационной защите; защита персонала	Лекционные конспекты [18]
VII.11. Защита от профессионального облучения на установках по производству радиоизотопов	Установки по производству радиоизотопов Общий обзор установок по производству радиоизотопов; организационные обязанности; основные требования к безопасности. Безопасность, связанная с установкой; конкретные регулирующие требования; программа по радиационной защите. Контроль эфлюентов; защита персонала	Лекционные конспекты [18]
VII.12. Защита от профессионального облучения в диагностической радиологии	Диагностическая радиология Общий обзор диагностической радиологии; классификация оборудования: общая и специальная радиология, основные требования к безопасности; безопасность, связанная с оборудованием (стандарты МЭК); защита; программа по радиационной защите; защита персонала	Лекционные конспекты [18, 31, 36]
VII.13. Защита от профессионального облучения в	Ядерная медицина Общий обзор ядерной медицины. Радионуклиды,	Лекционные конспекты

Модуль	Содержание	Справочные материалы
ядерной медицине	используемые в ядерной медицине; основные требования к безопасности; безопасность диагностических применений (in vivo и in vitro); безопасность терапевтических применений; программа по радиационной защите; защита персонала	[18, 21, 31, 36]
VII.14. Защита от профессионального облучения в радиотерапии	Радиотерапия Общий обзор радиотерапии. Источники излучения и оборудование, используемое в брахитерапии и телетерапии, основные требования к безопасности; требования безопасности (МЭК и ИСО), применяемые в отношении источников излучения и оборудования для радиотерапии; программа по радиационной защите, защита персонала	Лекционные конспекты [12, 18, 19, 20, 31, 34, 36]
VII.15. Защита от профессионального облучения на ядерных установках	Ядерные установки Типы установок: завод по изготовлению ядерного топлива, ядерный реактор (включая критические и подкритические сборки, исследовательский реактор, АЭС), хранилище отработавшего топлива, завод по обогащению, перерабатывающий завод; основные требования к безопасности; средства безопасности и принципы проектирования (резервирование, неодинаковость, физическое разделение, концепция многочисленных барьеров); программа по радиационной защите; защита персонала	Лекционные конспекты
VII.16. Защита от профессионального облучения при добыче и обработке сырья	Добыча и обработка сырья Основные требования к безопасности; вентиляция; исключения и изъятия; программа по радиационной защите; защита персонала	Лекционные конспекты [1, 9]

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ VII

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).

- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности, № 111-F, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Культура безопасности, Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-4, МАГАТЭ, (1991) Вена.
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radioactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching, Safety Series No. 91, IAEA, Vienna (1989).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sources in Industry, Medicine, Research and Teaching, Safety Series No. 102, IAEA, Vienna (1990).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, Safety Standards Series No. RS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, Safety Standards Series No. RS-G-1.2, IAEA, Vienna (1999).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation, Safety Standards Series No. RS-G-1.3, IAEA, Vienna (1999).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7, IAEA, Vienna (1998).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 13, IAEA, Vienna (1999).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Indirect Methods for Assessing Intakes of Radionuclides Causing Occupational Exposure, Safety Reports Series No. 18, IAEA, Vienna (2000).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Потенциальное облучение и ядерная безопасность, INSAG-9, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Minimization and Segregation of Radioactive Wastes, IAEA-TECDOC-652, Vienna (1992).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Communications on Nuclear, Radiation, Transport and Waste Safety: A Practical Handbook, IAEA-TECDOC-1076, Vienna (1999).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Brachytherapy, Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-5 (Rev.1), Vienna (1996).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, High Energy Teletherapy, Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-4 (Rev.1), Vienna (1996).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Manual on Therapeutic Uses of Iodine-131, Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-6 (Rev.1), Vienna (1996).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Self-contained Gamma Irradiators (Categories I and III), Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-7 (Rev.1), Vienna (1996).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Panoramic Gamma Irradiators (Categories II and IV), Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-8 (Rev.1), Vienna (1996).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Gauges, Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-3 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Gamma Radiography, Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-1 (Rev.1), Vienna (1996).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Workplace Monitoring for Radiation and Contamination, Practical Radiation Technical Manual, IAEA-PRTM-1, Vienna (1995).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Personal Monitoring, Practical Radiation Technical Manual, IAEA-PRTM-2, Vienna (1995).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Health Effects and Medical Surveillance, Practical Radiation Technical Manual, IAEA-PRTM-3, Vienna (1998).
- [29] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Ann. ICRP **21** 1–3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation: Guidance for Occupational Physicians, Safety Reports Series No. 5, IAEA, Vienna (1998).
- [31] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection and Safety in Medicine, Publication No. 73, Ann. ICRP **26** 2, Elsevier Science Ltd, Oxford (1996).
- [32] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, General Principles for Radiation Protection of Workers, Publication No. 75, Ann. ICRP **27** 1, Elsevier Science Ltd, Oxford (1997).
- [33] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposures: Application to Selected Radiation Sources, Publication No. 76, Ann. ICRP **27** 2, Elsevier Science Ltd, Oxford (1997).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Manual on Shielded Enclosures, Practical Radiation Safety Manual, IAEA-PRSM-2 (Rev.1), Vienna (1996).
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Irradiation Facilities, IAEA, Vienna (1996).
- [36] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Manual on Radiation Protection in Hospitals and General Practice, Vols 2–4, WHO, Geneva (1977).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, Vienna (1990).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, An Electron Accelerator Accident in Hanoi, Viet Nam, IAEA, Vienna (1996).
- [39] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident at the Irradiation Facility in Nesvizh, IAEA, Vienna (1996).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ VII

№	Практические занятия	ТИП
VII-1.	Посещение установки промышленной радиографии	Техническое посещение
VII-2.	Посещение облучательной установки или ускорителя для промышленного или исследовательского использования	Техническое посещение
VII-3.	Посещение отделения ядерной медицины лечебного учреждения	Техническое посещение
VII-4.	Подготовка организационной схемы и основных элементов программы по радиационной защите в лечебном учреждении (радиотерапия, диагностическая радиология или ядерная медицина) и на промышленной установке (промышленная радиография или облучательная установка)	Предметное исследование
VII-5.	Расчеты защиты для рентгеновской установки	Упражнение
VII-6.	Применение принципа 'разумно достижимый низкий уровень' (ALARA) для профессионального облучения	Предметное исследование
VII-7.	Испытание на утечку закрытых источников	Лабораторные занятия
VII-8.	Использование индивидуальных средств защиты	Демонстрация
VII-9.	Выбор индивидуального дозиметра и приборов дозиметрического контроля	Демонстрация
VII-10.	Подготовка лаборатории для временной работы с открытыми источниками	Моделирование
VII-11.	Контроль рабочего места - внешнее излучение; выбор приборов; интерпретация результатов	Моделирование
VII-12.	Контроль рабочего места - радиоактивное загрязнение поверхностей и воздуха; использование суммарных альфа- и бета-измерений и гамма-спектрометрии	Моделирование
VII-13.	Дезактивация поверхностей	Лабораторные занятия
VII-14.	Определение индивидуальной дозы от радиоактивного загрязнения воздуха	Предметное исследование
VII-15.	Ведение документации по индивидуальным дозам; меры по сокращению дозы, специальный контроль, последующие меры	Предметное исследование
VII-16.	Сравнение прогнозируемых доз облучения персонала на основе контроля рабочего места с результатами индивидуального дозиметрического контроля в смешанных радиационных полях	Предметное исследование

ЧАСТЬ VIII: МЕДИЦИНСКОЕ ОБЛУЧЕНИЕ В ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАДИОЛОГИИ, РАДИОТЕРАПИИ И ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Предварительное требование: Успешное завершение Частей I-VI.

Цель: Научиться применять принципы радиационной защиты к медицинскому облучению. Понимать концепции, используемые для расчета дозы облучения пациента, и применять процедуры обеспечения качества.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
VIII.1. Сфера применения и обязанности	<p>Общие принципы</p> <p>Диагностические и терапевтические цели; регистрация специалистов; лицензиаты; роль лица, занимающегося медицинской практикой; роль эксперта в области медицинской физики</p> <p>Подготовка кадров</p> <p>Работники, которые должны пройти подготовку; содержание программ обучения; обновление программ; подготовка на курсах повышения квалификации</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2, 4, 7, 8]</p>
VIII.2. Обоснование медицинского облучения	<p>Обоснование медицинского облучения</p> <p>Определение альтернативных методов; оценка ущерба; критерии обоснования облучения (различие между диагностической и терапевтической практикой)</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 8]</p>
VIII.3. Оптимизация защиты при медицинском облучении	<p>Соображения, касающиеся проектирования оборудования</p> <p>Радиационная безопасность; международные требования (стандарты (МЭК, ИСО) для генераторов излучений и радиоактивных источников)</p> <p>Основные технические характеристики; регулярный обзор и обслуживание; факторы, воздействующие на дозу облучения пациента</p> <p>Определение дозы облучения пациента</p> <p>Конкретные поправочные коэффициенты для определения поглощенной дозы в воде для фотонных и электронных пучков; определение дозы в ядерной медицине, диагностической радиологии и радиотерапии: определение путем оценки; определение путем измерения; сравнение с контрольными уровнями</p> <p>Соображения, касающиеся практики</p> <p>Оптимизация распределения дозы в терапии</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 5, 6, 7, 8]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
	<p>(планирование физической терапии); минимизация облучения пациентов (различие между диагностической и терапевтической практикой); передвижное оборудование в сравнении со стационарным оборудованием; облучение женщин, сохраняющих репродуктивную способность; защита органов</p> <p>Указательные (рекомендуемые) уровни для пациентов</p> <p>Указательные (рекомендуемые) уровни для пациента, установленные профессиональными органами на основе соответствующих обследований (в диагностике и радиотерапии); ограничение доз (для лиц, облучаемых в медицинских исследовательских целях) и сопровождающие лица; комитет по этике для экспериментов; активность у пациентов, освобожденных от процедур ядерной медицины</p>	
VIII.4. Обеспечение качества	<p>Всеобъемлющие конкретные программы обеспечения качества</p> <p>Испытания перед использованием; периодический контроль (физические и клинические параметры); периодические проверки и рассмотрение качества</p> <p>Калибровка источников и оборудования</p> <p>Единство измерений с дозиметрической лабораторией вторичных эталонов (ДЛВЭ); величины, используемые для калибровки; критерии, используемые для калибровки различных типов оборудования (оборудование для лучевой терапии, закрытые и открытые источники); эталоны</p> <p>Документация</p> <p>Определение подлежащей регистрации информации, связанной с конкретным типом медицинского облучения</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 7]</p>
VIII.5. Аварийное облучение в медицинских применениях	<p>Аварийное медицинское облучение</p> <p>Определение и исследование аварийного медицинского облучения; представление отчетов регулирующему органу; извлеченные уроки и обратная связь для учета опыта в практической деятельности</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 3]</p>

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ VIII

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards Series RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams: An International Code of Practice, Second Edition, Technical Reports Series No. 277, IAEA, Vienna (1997).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design and Implementation of a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects, IAEA-TECDOC-1040, Vienna (1998).
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection and Safety in Medicine, Publication No. 73, Ann ICRP 26 2, Elsevier Science Ltd, Oxford (1996).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ VIII

№	Практические занятия	Тип
VIII-1.	Определение доз, получаемых пациентами	Предметное исследование
VIII-2.	Оптимизация доз, получаемых пациентами в диагностической радиологии	Предметное исследование
VIII-3.	Оптимизация доз, получаемых пациентами в ядерной медицине и радиотерапии	Предметное исследование
VIII-4.	Измерение поглощенной дозы в теле человека для однонаправленного облучения кобальтом-60 с использованием фантома и детекторов термолюминесцентной дозиметрии	Лабораторные занятия
VIII-5.	Посещение лечебного учреждения: отделения радиологии, радиотерапии, ядерной медицины: демонстрация процедур и описание информации, подлежащей регистрации	Техническое посещение
VIII-6.	Анализ аварий, связанных с медицинским облучением	Предметное исследование

ЧАСТЬ IX: ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Предварительное требование: Успешное завершение Частей I-VII.

Цель: Получить знания о различных путях, которыми население может быть подвергнуто воздействию излучения в результате различной практической деятельности, и о методах определения доз.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
IX.1. Источники облучения населения	<p>Природные источники облучения (обзор)</p> <p>Земные источники (калий-40, уран, торий, радон); облучение космическим и космогенным излучением; географическая изменчивость</p> <p>Техногенные источники облучения (обзор)</p> <p>Выпадение радиоактивных осадков от испытаний атомных бомб; сбросы эфлюентов; транспортировка; потребительская продукция; и т.д.</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[13]</p>
IX.2. Обязанности и организация	<p>Обязанности</p> <p>Обязанности лицензиатов и зарегистрированных лиц; регулирующие органы; положения; инспекция; контроль; представление отчетов; надлежащая документация; аварийное планирование; связь с населением; физическая защита и безопасное использование источников; регистрация и периодическая физическая инвентаризация источников; контроль и захоронение отработавших источников; контроль посетителей</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2]</p>
IX.3. Безопасная перевозка радиоактивного материала	<p>Безопасная перевозка</p> <p>Терминология в области регулирования; основные концепции безопасности: материалы и упаковки; пределы активности и ограничения в отношении материала; пределы для упаковки и типичное содержание; требования к материалу, требования к упаковке и ее конструкция; процедуры испытаний материала и упаковки; меры контроля и связь; этикетки, транспортный индекс; делящийся материал; грузоотправитель и обязанности перевозчика; аварийное планирование и готовность; национальные компетентные органы; международные организации и типовые соглашения; международная ответственность и страхование; информационные услуги, предоставляемые МАГАТЭ; подготовка кадров</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[3, 4]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
IX.4. Безопасность обращения с радиоактивными отходами	Обращение с радиоактивными отходами	Лекционные конспекты
	Источники радиоактивных отходов, типы отходов, классификации отходов, характеристики отходов	[5, 6]
	Принципы обращения с радиоактивными отходами, основные технические варианты обращения: разбавление и рассеяние, концентрация и локализация, хранение для распада и освобождение от контроля	[2, 5, 7]
	Минимизация отходов	[8]
	Обращение с отходами перед их захоронением: сбор, разделение, обработка, кондиционирование, надежное хранение	[5, 9, 10, 11]
	Контроль эфлюентов: подход к регулируемому контролю, установление разрешенных уровней	[2, 12]
	Обращение с вышедшими из употребления закрытыми источниками: технические варианты и аспекты безопасности	[13, 14, 15]
	Обращение с отходами от работ по снятию с эксплуатации	[9, 16]
	Захоронение твердых отходов: варианты захоронения различных типов отходов, принципы безопасности и технологии обеспечения долгосрочной безопасности, методы оценки безопасности	[7, 17, 18]
	Обращение с отходами от добычи и обработки урана и тория	[19]
	Обращение с отходами РМПП (радиоактивных материалов природного происхождения)	
	Очистка загрязненных территорий	[20, 21]

Модуль	Содержание	Справочные материалы
IX.5. Оценка дозовой обстановки в окружающей среде	<p>Оценка дозовой обстановки в окружающей среде</p> <p>Дисперсия в окружающей среде и пути передачи (атмосферный, земной, водный), пути облучения людей, критических групп, модели оценки, оценки индивидуальной и коллективной дозы, ожидаемая эффективная доза на единицу поступления как функция возраста</p> <p>Мониторинг окружающей среды</p>	<p>[22]</p> <p>[2, 23]</p>
IX.6. Мониторинг источников и окружающей среды	<p>Мониторинг в месте расположения источника: внешнее излучение и жидкие и газообразные эффуенты, проверка соблюдения пределов сбросов</p> <p>Мониторинг окружающей среды: атмосфера, водоемы, пищевые продукты, другие индикаторы состояния окружающей среды, проверка соблюдения производных контрольных уровней окружающей среды, методы обследования</p> <p>Применение к различным источникам: АЭС, установки для отходов, включая хранилища, добыча и обработка, хвосты, загрязненная территория</p>	
IX.7. Потребительские товары	<p>Потребительские товары</p> <p>Определение; обоснование; оптимизация (включая типовые испытания); обязанности изготовителя и поставщика; предварительное разрешение; руководящие материалы для пользователей; маркировка</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2]</p>

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ IX

- [1] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000, Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Volume 1: Sources United Nations, New York (2000).
- [2] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-R-1 (1996 Edition, Revised), IAEA, Vienna (2000).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe Transport of Radioactive Materials (3rd edition), Training Course Series No. 1, IAEA, Vienna (1999).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radioactive Waste Management, An IAEA Source Book, IAEA, Vienna (1992).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, IAEA, Vienna (1995).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Minimization and Segregation of Radioactive Wastes, IAEA-TECDOC-652, Vienna (1992).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, Including Decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (2000).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Radioactive Waste from Nuclear Applications, Training Course Series No. 8, IAEA, Vienna (1997).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Small Quantities of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1041, Vienna (1998).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methods to Identify and Locate Spent Radiation Sources, IAEA-TECDOC-804, Vienna (1995).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handling, Conditioning and Storage of Spent Sealed Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1145, Vienna (2000).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.2, IAEA, Vienna (1999).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Near Surface Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-R-1, IAEA, Vienna (1999).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Near Surface Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe Management of Wastes from the Mining and Milling of Uranium and Thorium Ores, Safety Standards Series No. 85, IAEA, Vienna (1987).
- [20] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, ICRP Publication 82, Oxford (2000).

- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Restoration of Environments with Radioactive Residues (Proc. Int. Symp. Arlington, USA, 1999), IAEA, Vienna (2000).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna (2001).
- [23] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population, ICRP Publication 43, Ann. ICRP 15 1, Oxford (1985).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ IX

№	Практические занятия	ТИП
IX-1.	Процедуры перевозки материала: характеристика материалов и выбора оптимального типа упаковки	Предметное исследование
IX-2.	Упаковка радиоизотопов для транспортировки	Лабораторные занятия
IX-3.	Подготовка отгрузочных документов для перевозки автомобильным и воздушным транспортом	Лабораторные занятия
IX-4.	Сбор и разделение отходов: контроль, предварительное кондиционирование и маркировка	Лабораторные занятия
IX-5.	Посещение установки для обработки отходов и установки для обращения с отходами	Техническое посещение
IX-6.	Список компонентов программы мониторинга окружающей среды для данной установки	Предметное исследование
IX-7.	Подготовка и измерения проб окружающей среды: воздух, почва, вода и пищевые продукты	Лабораторные занятия
IX-8.	Интерпретация результатов программы мониторинга окружающей среды	Предметное исследование

ЧАСТЬ X: ВМЕШАТЕЛЬСТВО В СЛУЧАЕ ХРОНИЧЕСКОГО И АВАРИЙНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Предварительное требование: Успешное завершение Частей I-VII и Части IX.

Цель: Развивать информированность о причинах и последствиях ситуаций хронического облучения и о радиологических и ядерных авариях и подходах к смягчению их последствий.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
Х.1. Общие принципы и типы событий	<p>Принципы вмешательства</p> <p>Ситуации хронического облучения: типы — радон, остаточное радиоактивное загрязнение и т.д.; планы восстановительных мероприятий; уровни действий</p> <p>Ядерные и радиационные аварии: авария ядерного реактора; авария с источниками излучения, авария за пределами страны с трансграничными последствиями; спутники с ядерной энергетической установкой и их возвращение в атмосферу; история прошлых аварий; извлеченные уроки</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 4, 5, 13, 19–29]</p>
Х.2. Основные концепции аварийного реагирования	<p>Аварийное реагирование</p> <p>Концепции и цели аварийного реагирования; принципы вмешательства, включая уровни вмешательства; защитные действия и оперативные уровни вмешательства; стратегии аварийного реагирования; общая организация реагирования</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2, 17]</p>
Х.3. Основные концепции аварийной готовности к ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации	<p>Аварийная готовность</p> <p>Концепции и цели аварийной готовности; категории аварийного планирования; планирование территорий и зон; планирование уровней и обязанностей; планирование элементов аварийной готовности; концепции комплексного планирования; индивидуальные средства защиты и оборудование; подготовка кадров; мероприятия</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[2, 3, 6, 8, 18]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
Х.4. Развитие национального потенциала реагирования на ядерную аварию или радиационную аварийную ситуацию	<p>Осуществление планов аварийного реагирования</p> <p>Поэтапный подход к разработке и осуществлению планов и процедур аварийного реагирования; определение и поручение важных задач; концепция операций; национальный план аварийного реагирования</p> <p>Контрольные списки аварийной готовности; соображения, касающиеся радиологических и ядерных аварий: элементы инфраструктуры; функциональные элементы</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[8, 9]</p>
Х.5. Общий обзор оценок и реагирования в случае радиационной аварийной ситуации	<p>Оценка радиационной аварийной ситуации</p> <p>Сценарии аварии; общая организация реагирования в случае радиационной аварийной ситуации; управление аварийной ситуацией; реагирование на месте событий: координация участвующих организаций; начальное реагирование; радиологическое реагирование: извлечение источника; дезактивация; удаление радиоактивных отходов; общий обзор оценки доз: внешних и внутренних; уроки, извлеченные из аварии в Гоянии</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[7, 11, 19, 20, 21, 22, 23, 25]</p>
Х.6. Общий обзор оценок и реагирования в случае аварийной ситуации на ядерном реакторе	<p>Оценка ядерной аварийной ситуации</p> <p>События, ведущие к выбросу из активной зоны; выбросы из активной зоны в окружающую среду; пути облучения; защитные действия; пересмотр оперативных уровней вмешательства; уроки, извлеченные из аварий на реакторе (АЭС “Три-Майл Айленд”, Чернобыльская АЭС)</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[9]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
Х.7. Контроль в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации	<p>Общий обзор контроля в случае аварийной ситуации</p> <p>Цели; общая организация контроля и стратегия; небольшие и крупномасштабные аварии; квалификация сотрудников; приборы; основной метод обследования во время аварийной ситуации; обеспечение качества</p> <p>Контроль излучения и радиоактивного загрязнения на месте</p> <p>Цели; основные методы и способы (обследование шлейфа; обследование выпадения на грунт; дозиметрия окружающей среды; контроль источника; обследование поверхностного радиоактивного загрязнения; аэросъемка); отбор проб на месте: цели; методы и способы (отбор проб воздуха; почвы; молока; продуктов питания человека; подножного корма; отложений); методы измерения; гамма-спектрометрия (в лаборатории и на месте); суммарные альфа- и бета-измерения; радиохимический анализ</p> <p>Радиационная защита групп, осуществляющих контроль</p> <p>Цели; руководства по индивидуальной защите; индивидуальный дозиметрический контроль; простые методы дезактивации</p> <p>Оценка базовых данных</p> <p>Методы; оценка данных контроля на месте; оценка данных о концентрации радионуклидов; картирование; привязка к оперативным уровням вмешательства</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[12, 15]</p>
Х.8. Медицинская помощь в случае лучевых поражений	<p>Медицинская помощь</p> <p>Обязанности и управление медицинским вмешательством; сортировка жертв; диагностика и лечение; подготовка лиц, участвующих в оказании медицинской помощи жертвам (медицинский, парамедицинский персонал); психологические последствия</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 10, 14]</p>
Х.9. Связь с населением	<p>Связь</p> <p>Связь с населением и другими сторонами, включая регулирующие органы в соседних странах; цели связи с населением; представитель для сообщений; подготовка сообщения; методы и средства связи; график связи; ресурсы; подготовка по средствам связи</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[16]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
Х.10. Международное сотрудничество	Международное сотрудничество Конвенции по безопасности и их осуществление Сеть аварийного реагирования МАГАТЭ (ERNET)	Лекционные конспекты

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ X

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997 год).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radioactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching, Safety Series No. 91, IAEA, Vienna (1989).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards Series No. RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7, IAEA, Vienna (1998).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series, No. 17, IAEA, Vienna (2000).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methods to Identify and Locate Spent Radiation Sources, IAEA-TECDOC-804, Vienna (1995).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, Vienna (1997).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, Vienna (1997).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Health Effects and Medical Surveillance, Practical Radiation Technical Manual, IAEA-PRTM-3, Vienna (1998).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1162, Vienna (2000).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Rapid Monitoring of Large Groups of Internally Contaminated People Following a Radiation Accident, IAEA-TECDOC-746, Vienna (1994).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Planning the Medical Response to Radiological Accidents, Safety Reports Series No. 4, IAEA, Vienna (1998).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment and Treatment of External and Internal Radionuclide Contamination, IAEA-TECDOC-869, Vienna (1996).

- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1092, Vienna (1999).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Intervention Criteria for Use in Planning the Response to a Nuclear Accident or Radiological Emergency, Safety Series No. 109, IAEA, Vienna (1994).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, A Model National Emergency Response Plan for Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-718, Vienna (1993).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Goiânia, IAEA, Vienna (1988).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, Vienna (1990).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, An Electron Accelerator Accident in Hanoi, Viet Nam, IAEA, Vienna (1996).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident at the Irradiation Facility in Nesvizh, IAEA, Vienna (1996).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Tammiku, IAEA, Vienna (1998).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dosimetric and Medical Aspects of the Radiological Accident in Goiânia in 1987, IAEA-TECDOC-1009, Vienna (1998).
- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in San José, Costa Rica, IAEA, Vienna (1998).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Situation at the Atolls of Mururoa and Fangataufa, IAEA, Vienna (1998).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in the Reprocessing Plant at Tomsk, IAEA, Vienna (1998).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Soreq, IAEA, Vienna (1993).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7, IAEA, Vienna (1998).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ X

№	Практические занятия	ТИП
X-1.	Измерение радона в жилых домах и сопоставление с уровнем действий	Лабораторные занятия
X-2.	Реагирование на гипотетическую аварию: потеря источника, используемого для гамма-радиографии	Предметное исследование
X-3.	Реагирование на гипотетическую аварию: выброс в окружающую среду значительного объема радиоактивного материала	Предметное исследование
X-4.	Оценка индивидуальных доз после аварийного переоблучения	Предметное исследование
X-5.	Поиск потерянного источника	Моделирование
X-6.	Реагирование на гипотетическую аварию при перевозке радиоактивного материала	Моделирование
X-7.	Связь с населением и со средствами массовой информации после гипотетической аварии; пресс-конференция	Моделирование

ЧАСТЬ XI: ПОДГОТОВКА ИНСТРУКТОРОВ

Предварительное требование: Для семинаров-практикумов: успешное завершение Частей I-X.

Цель: Научиться организовывать и проводить национальные учебные курсы. Развить дидактические навыки.

Модуль	Содержание	Справочные материалы
XI.1. Потребности в подготовке кадров	<p>Общие соображения относительно лиц, которые должны пройти подготовку, и видов обучения</p> <p>Знания, компетентность и процессы аттестации</p> <p>Характеристики лиц, которые должны пройти подготовку: аттестованные специалисты; сотрудники, ответственные за радиационную защиту; аттестованные операторы; медицинские работники; лица, занимающиеся медицинской практикой; персонал, включая операторов радиационных установок и лиц, принимающих минимальное участие в работе; сотрудники регулирующих органов; и персонал групп аварийного реагирования; инструкторы)</p> <p>Обучение в аудитории, дистанционное обучение, обучение на рабочем месте, подготовка на курсах повышения квалификации; обучение в школах; программа информированности о радиационных опасностях для населения</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[1, 2]</p>
XI.2. Преподавание	<p>Преподавание</p> <p>Подготовка структурированной учебной сессии для достижения поставленных целей</p> <p>Различия между задачами обучения и содержанием курсов; определение задач обучения, соответствующих уровню слушателей курсов; наращивание объема обучения шаг за шагом; выбор метода обучения; оптимизация времени обучения для достижения поставленных целей</p> <p>Как преподавать в группах</p> <p>Создание положительного климата; мотивация слушателей курсов; развитие групповых обсуждений: не говорите и не делайте сами, заставляйте слушателей обсуждать и вырабатывать решение проблем; устранение трудностей вместе со слушателями; концепция дидактического материала; увеличение отдачи посредством использования визуальных пособий; постоянная оценка приобретенных знаний</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[3]</p>

Модуль	Содержание	Справочные материалы
XI.3. Подготовка учебных курсов	<p>Разработка плана и программы курсов</p> <p>Цели и задачи, учебный план, планы лекций, программа курсов, лекционные конспекты</p> <p>Подбор лекторов/преподавателей</p> <p>Организация курсов</p> <p>Администрация курсов, помещения и оборудование, отбор слушателей, педагогические методики, подготовка демонстраций, практических занятий и предметных исследований, полевые поездки, подготовка экзаменов</p> <p>Оценка курсов</p> <p>Результаты экзаменов, обратная связь слушателей и лекторов, результаты оценки, независимые проверки курсов</p>	<p>Лекционные конспекты</p> <p>[3]</p>

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ЧАСТИ XI

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards Series No. RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ К ЧАСТИ XI

№	Практические занятия	Тип
XI-1.	Подготовка учебного плана и программы для учебных курсов по радиационной защите и безопасности для пользователей	Предметное исследование
XI-2.	Предлагаемые темы для докладов и обсуждения слушателями: <ul style="list-style-type: none"> – Радиационная защита персонала в данном виде применения ионизирующего излучения – Оценка безопасности для целей лицензирования данной установки – Подготовка инспекции на данной установке – Медицинское применение источников ионизирующих излучений и связанные с безопасностью аспекты – Ограничения и использование приборов для радиационной защиты – Естественная радиоактивность и радиационное облучение населения – Концептуальное планирование в целях реагирования на радиационную аварийную ситуацию на данной установке 	Доклады и семинары-практикумы

БИБЛИОГРАФИЯ

ATTIX, F.H., Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Wiley, New York (1986).

CEMBER, H., Introduction to Health Physics, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York (2000).

FIRESTONE, R.B., BAGLIN, C.M., FRANK-CHU, S.Y. (Eds), Table of Isotopes (8th Edition, 1999 update), Wiley, New York (1999).

KNOLL, G.T., Radiation Detection and Measurement, 3rd Edition, Wiley, New York (2000).

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОМИССИЯ ПО РАДИАЦИОННЫМ ЕДИНИЦАМ И ИЗМЕРЕНИЯМ (МКРЕ)

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation, Report No. 60, ICRU, Bethesda, MD (1998).

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОМИССИЯ ПО РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ (МКРЗ)

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Ann. ICRP **21** 1–3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection, Publication No. 66, Ann. ICRP **24** 1–3, Elsevier Science Ltd, Oxford (1994).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers (Revision of ICRP Publication No. 61), Publication No. 68, Ann. ICRP **24** 4, Elsevier Science Ltd, Oxford (1994).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Age Dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 5: Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients, Publication No. 72, Ann. ICRP **26** 1, Elsevier Science Ltd, Oxford (1996).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection and Safety in Medicine, Publication No. 73, Ann. ICRP **26** 2, Elsevier Science Ltd, Oxford (1996).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, General Principles for Radiation Protection of Workers, Publication No. 75, Ann. ICRP **27** 1, Elsevier Science Ltd, Oxford (1997).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposures: Application to Selected Radiation Sources, Publication No. 76, Ann. ICRP **27** 2, Elsevier Science Ltd, Oxford (1997).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (Revision of ICRP Publication No. 54) Publication No. 78, Ann. ICRP **27** 3–4, Elsevier Science Ltd, Oxford (1997).

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ИНСАГ)

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Культура безопасности, Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-4, МАГАТЭ, (1991) Вена.

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Потенциальное облучение и ядерная безопасность, INSAG-9, МАГАТЭ, Вена (1996).

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ (МАГАТЭ)

Серия изданий по безопасности

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radioactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching, Safety Series No. 91, IAEA, Vienna (1989).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sources in Industry, Medicine, Research and Teaching, Safety Series No. 102, IAEA, Vienna (1990).

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности, № 111-F, МАГАТЭ, Вена (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Direct Methods for Measuring Radionuclides in the Human Body, Safety Series No. 114, IAEA, Vienna (1996).

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).

Серия норм безопасности

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, "Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки", Серия норм безопасности, № GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, Safety Standards Series No. RS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure due to Intakes of Radionuclides, Safety Standards Series No. RS-G-1.2, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure due to External Sources of Radiation, Safety Standards Series No. RS-G-1.3, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Standards Series RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-R-1 (1996 Edition, Revised), IAEA, Vienna (2000). МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов (издание 1996 года), Серия норм безопасности, № ST-1, МАГАТЭ, Вена (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Near Surface Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-R-1, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, Including Decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).

Серия докладов по безопасности

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Examples of Safety Culture Practices, Safety Reports Series No. 1, IAEA, Vienna (1997).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Planning the Medical Response to Radiological Accidents, Safety Reports Series No. 4, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation: Guidance for Occupational Physicians, Safety Reports Series No. 5, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 13, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment of Doses to the Public from Ingested Radionuclides, Safety Reports Series No. 14, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Safety Reports Series No. 16, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Indirect Methods for Assessing Intakes of Radionuclides Causing Occupational Exposure, Safety Reports Series No. 18, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).

Серия технических докладов

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams: An International Code of Practice, Second Edition, Technical Reports Series No. 277, IAEA, Vienna (1997).

Доклады по авариям

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Goiânia, IAEA, Vienna (1988).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, Vienna (1990).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Soreq, IAEA, Vienna (1993).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, An Electron Accelerator Accident in Hanoi, Viet Nam, IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Irradiation Facilities, IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident at the Irradiation Facility in Nesvizh, IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in San José, Costa Rica, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Tammiku, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in the Reprocessing Plant at Tomsk, IAEA, Vienna (1998).

Практические руководства по радиационной безопасности

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Gamma Radiography, Practical Radiation Safety Manual, PRSM-1 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Manual on Shielded Enclosures, Practical Radiation Safety Manual PRSM-2 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Gauges, Practical Radiation Safety Manual, PRSM-3 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, High Energy Teletherapy, Practical Radiation Safety Manual, PRSM-4 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Brachytherapy, Practical Radiation Safety Manual, PRSM-5 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Therapeutic Uses of Iodine-131, Practical Radiation Safety Manual, PRSM-6 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Self-contained Gamma Irradiators (Categories I and III), Practical Radiation Safety Manual, PRSM-7 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Panoramic Gamma Irradiators (Categories II and IV), Practical Radiation Safety Manual, PRSM-8 (Rev.1), IAEA, Vienna (1996).

Практические технические руководства по излучениям

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Workplace Monitoring for Radiation and Contamination, Practical Radiation Technical Manual, PRTM-1, IAEA, Vienna (1995).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Personal Monitoring, Practical Radiation Technical Manual, PRTM-2, IAEA, Vienna (1995).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Health Effects and Medical Surveillance, Practical Radiation Technical Manual, PRTM-3, IAEA, Vienna (1998).

Серия TECDOC МАГАТЭ

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Minimization and Segregation of Radioactive Wastes, IAEA-TECDOC-652, Vienna (1992).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, A Model National Emergency Response Plan for Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-718, Vienna (1993).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Rapid Monitoring of Large Groups of Internally Contaminated People Following a Radiation Accident, IAEA-TECDOC-746, Vienna (1994).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methods to Identify and Locate Spent Radiation Sources, IAEA-TECDOC-804, Vienna (1995).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment and Treatment of External and Internal Radionuclide Contamination, IAEA-TECDOC-869, Vienna (1996).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, Vienna (1997).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, Vienna (1997).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dosimetric and Medical Aspects of the Radiological Accident in Goiânia in 1987, IAEA-TECDOC-1009, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design and Implementation of a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects, IAEA-TECDOC-1040, Vienna (1998).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1067, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Communications on Nuclear, Radiation, Transport and Waste Safety: A Practical Handbook, IAEA-TECDOC-1076, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear Accident or Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1092, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment Plans for Authorization and Inspection of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1113, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment by Peer Review of the Effectiveness of a Regulatory Programme for Radiation Safety, IAEA-TECDOC-1217, Vienna (2001).

Серия учебных курсов

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe Transport of Radioactive Materials (3rd edition), Training Course Series No. 1, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safe Use of Radiation Sources, Training Course Series No. 6, IAEA, Vienna (1995).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Radioactive Waste from Nuclear Applications, Training Course Series No. 8, IAEA, Vienna (1997).

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ ООН ПО ДЕЙСТВИЮ АТОМНОЙ РАДИАЦИИ (НКДАР ООН)

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation (1994 Report to the General Assembly), UN, New York (1994).

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000, Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Volume 1: Sources United Nations, New York (2000).

ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ (ВОЗ)

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Manual on Radiation Protection in Hospitals and General Practice, Vols 2–4, WHO, Geneva (1977).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Cruz-Suarez, R.	Международное агентство по атомной энергии
Cullingwood, I.	Национальный совет по радиологической защите, Соединенное Королевство
Gustafsson, M.	Международное агентство по атомной энергии
Hamoleila, M.	Комиссия по атомной энергии, Сирийская Арабская Республика
Iskef, H.	Комиссия по атомной энергии, Сирийская Арабская Республика
Lirsac, P.N.	Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, France
Massera, G.	Международное агентство по атомной энергии
Mrabit, K.	Международное агентство по атомной энергии
Nogueira de Oliveira, C.	Международное агентство по атомной энергии
Oliveira, A.	Комиссия по ядерному регулированию, Аргентина
Ortiz-López, P.	Международное агентство по атомной энергии
Sadagopan, G.	Международное агентство по атомной энергии
Schmitt-Hannig, A.	Bundesamt für Strahlenschutz, Germany
Sharma, D.N.	Центр атомных исследований им. Бхабхи, Индия
Sohrabi, M.	Международное агентство по атомной энергии
Turai, I.	Международное агентство по атомной энергии
Wieland, P.	Международное агентство по атомной энергии
Wrixon, A.	Международное агентство по атомной энергии

Совещание консультантов

Вена, Австрия: 19–23 апреля 1999 года

