

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
им. А.М. Никифорова

РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА

ЧАСТЬ 3. ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Под редакцией С.С. Алексанина и А.Н. Гребенюка

Допущено Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в качестве учебного пособия для подготовки медицинских кадров в образовательных учреждениях МЧС России и ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России»

Санкт-Петербург
2013

УДК 612.014.482
ББК 53.6

Радиационная медицина : учебное пособие / Т.Б. Балтрукова, В.А. Бариннов, А.Н. Гребенюк, В.И. Евдокимов, В.И. Легеза, В.А. Тарита ; под. ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка. – СПб. : Политехника-сервис, 2013. – Ч. 3 : Основы обеспечения радиационной безопасности. – 151 с.

В третьей части учебного пособия «Радиационная медицина» приведены сведения о гигиенической регламентации облучения человека, причины, классификации и критерии вмешательства при радиационных авариях, радиационной защите спасателей, участвующих в ликвидации радиационной аварии и ее последствий, организации радиационной безопасности при проведении рентгенорадиологических исследований, поиске информационных ресурсов в сфере радиационной экологии, биологии и медицины в электронных базах данных Научной электронной библиотеки России, Scopus и PubMed. Список рекомендованной литературы представлен для каждой главы отдельно.

В подготовке учебного пособия использовали материалы, разработанные О.М. Астафьевым (разд. 8.3), Г.А. Горским (разд. 8.4), Н.В. Макаровой (разд. 8.3), В.Н. Малаховским (гл. 10), М.В. Французовой (разд. 8.3).

Учебное пособие предназначено для медицинского персонала МЧС России, проходящего повышение квалификации по образовательной программе дополнительного профессионального образования «Радиационная медицина».

Рецензенты:

Управление медико-психологического обеспечения МЧС России;

Иванченко А.В. – директор Научно-исследовательского института промышленной и морской медицины, доктор медицинских наук профессор;

Вишнякова Н.М. – заместитель директора по научной работе Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены им. В.П. Рамзаева, доктор медицинских наук профессор

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	4
Введение	5
Глава 8. Гигиеническая регламентация облучения человека	6
8.1. Регламентирование облучения в условиях нормальной эксплуатации радиационно-опасных объектов	6
8.2. Регламентирование облучения при радиационной аварии	7
8.3. Специализированная диспансеризация участников ликвидации последствий радиационных аварий и лиц, подвергшихся радиационному воздействию	10
8.4. Регистрация лиц, подвергшихся радиационному облучению, Роспотребнадзором	23
Глава 9. Чрезвычайные ситуации радиационного характера	27
9.1. Радиационно-опасные объекты	27
9.2. Радиационные аварии: причины, классификация	32
9.3. Типы радиационных аварий	39
9.4. Фазы радиационных аварий	53
9.5. Мероприятия по предупреждению радиационных аварий	55
9.6. Критерии вмешательства при радиационных авариях	62
9.7. Общие подходы к ликвидации радиационных аварий и их последствий	69
9.8. Радиационная защита населения при ликвидации радиационных аварий, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ, и ее последствий	75
9.9. Радиационная защита спасателей, участвующих в ликвидации радиационной аварии и ее последствий	93
Глава 10. Радиационная безопасность при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований	106
10.1. Экология человека и проведение медицинских рентгенорадиологических исследований	106
10.2. Система обеспечения радиационной безопасности	108
10.3. Обеспечение радиационной безопасности при рентгенологических исследованиях	111
10.4. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидных исследований	122
Глава 11. Современные информационные ресурсы по радиационной медицине	133

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВВЭР	водно-водяной энергетический реактор
ДОА	допустимая объемная активность
ДП	дозовый предел
ДУ	допустимый уровень
ДУА	допустимая удельная активность
ЕСКИД	Единая система контроля индивидуальных доз облучения
ИИИ	источник ионизирующего излучения
ИРГ	инертный радиоактивный газ
КЧС	комиссия по чрезвычайным ситуациям
ЛПА	ликвидация последствий аварии
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергетике
МКРЗ	Международная комиссия по радиологической защите
МСЭК	медико-социальная экспертная комиссия
МЭД	мощность экспозиционной дозы
НКДАР	Научный комитет по действию атомной радиации
НРБ	нормы радиационной безопасности
НРЭР	Национальный радиационно-эпидемиологический регистр
ПД	предельная доза
РА	радиационная авария
РАО	радиоактивные отходы
РБ	радиационная безопасность
РВ	радиоактивное вещество
РГМДР	Российский государственный медико-дозиметрический регистр
РИТЕГ	радиоизотопные термоэлектрические генераторы
РЛИ	рентгенологическое исследование
РН	радиационный нуклид
РНИ	радионуклидное исследование
РНД	радионуклидная диагностика
РНМК	реактор большой мощности канальный
РОО	радиационноопасный объект
РФП	радиофармакологический препарат
СЗЗ	санитарно-защитная зона
СИЗ	средство индивидуальной защиты
ТВЭЛ	тепловыделяющий элемент
ФБН	Федеральный банк данных лиц, пострадавших от радиационно-
ЛПРВ	го воздействия
ЦРБ	центральная районная больница
ЧАЭС	Чернобыльская атомная электростанция
ЭГП	энергетический графитовый петлевой реактор
ЯТЦ	ядерно-топливный цикл

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на совершенствование конструктивных и организационно-технических мер по обеспечению радиационной безопасности, расширение сфер использования ионизирующих источников, а также накопление радиоактивных отходов определяют риск возникновения аварийных ситуаций, при которых возможно воздействие на людей (персонал и население) повышенных уровней излучений, так как любая, даже самая надежная, техника и технология с использованием источников ионизирующих излучений является источником повышенной опасности.

Наибольшую потенциальную опасность представляют ядерные энергетические установки, используемые на АЭС, атомном военном и гражданском флотах, а также исследовательские реакторы и другие мощные источники ионизирующих излучений. Аварии на таких объектах могут вызывать серьезные негативные последствия для персонала, населения, приводить к значительному радиоактивному загрязнению окружающей среды.

За период развития атомной промышленности и ядерной энергетики в СССР–Российской Федерации, несмотря на использование в этих отраслях самого нового оборудования, произошло более 200 радиационных аварий и инцидентов с вовлечением в них не менее 600 человек, среди которых было диагностировано более 300 случаев острых радиационных поражений. Наиболее тяжелыми являются последствия аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в результате которой диагноз острой лучевой болезни был поставлен у 134 человека, для 28 из которых болезнь оказалась смертельной.

В условиях радиационной аварии, особенно крупной, связанной с выбросом в окружающую среду большого количества радиационных веществ, возникает необходимость организации и проведения защитных мероприятий, направленных на локализацию, устранение или уменьшение возможных последствий аварии для окружающей среды, недопущение острых радиационных поражений и максимальное снижение отдаленных эффектов для персонала и населения. При этом неправильная оценка радиационной обстановки, неудачная и несвоевременная организация комплекса первоочередных мер могут привести к дальнейшему распространению загрязнений и значительным отрицательным последствиям для здоровья населения. И хотя вероятность таких аварий весьма незначительна, необходимы постоянная работа по их предупреждению и готовность к принятию оперативных мер по ликвидации их последствий. Достаточно отметить, что в Российской Федерации в 30-километровых зонах АЭС проживают около 10 млн человек.

Глава 8. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

8.1. Регламентирование облучения в условиях нормальной эксплуатации радиационноопасных объектов

Обеспечение радиационной безопасности (РБ) при нормальной эксплуатации радиационно-опасных объектов (РОО) строится на трех основных принципах, определенных Федеральным законом Российской Федерации «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ [7], «Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» [1] и «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» [10]:

- обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения (ИИИ), при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;

- оптимизации – поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого ИИИ;

- нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех ИИИ.

Установлены следующие категории облучаемых лиц:

- персонал – лица, работающие с техногенными ИИИ (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);

- население – все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц установлены три класса нормативов:

- основные дозовые пределы (ДП) – основные, регламентируемые НРБ-99/2009 [1] величины доз облучения для установленных категорий облучаемых лиц (табл. 1);

- допустимые уровни монофакторного [для одного радионуклида (РН) или одного вида внешнего излучения, пути поступления] воздействия, являющиеся производными от основных ДП: пределы годового поступления, допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА) и допустимые удельные активности (ДУА) и т.п.;

- контрольные уровни (дозы) – устанавливаются администрацией организации по согласованию с Территориальными органами и учреждениями Роспотребнадзора; их численные значения должны учитывать достигнутый в учреждении уровень РБ и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Таблица 1

Основные пределы доз (по НРБ-99/2009) [1]

Нормируемая величина	Пределы доз	
	Персонал* (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв/год	1 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год
Эквивалентная доза за год в:		
хрусталике	150 мЗв	15 мЗв
коже**	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

* Дозы облучения (как и все остальные допустимые производные уровни) персонала группы Б не должны превышать $\frac{1}{4}$ значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонала приводятся только для группы А.

** Относится к среднему значению в слое толщиной 5 мг/см¹ под покровным слоем толщиной 5 мг/см³ (на ладонях толщина покровного слоя – 40 мг/см³)

Основные ДП облучения лиц из персонала и населения не включают в себя дозы от природных, медицинских ИИИ и дозы, полученные вследствие радиационной аварии (РА). На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

При проведении защитных мероприятий, связанных с РА, основные ДП, приведенные в табл. 1, не применяются.

8.2. Регламентирование облучения при радиационной аварии

Условно лица, которые подвергаются облучению в результате РА и при ликвидации ее последствий, делятся на 3 группы:

- свидетели аварии – оперативный и вспомогательный персонал, находящийся в момент аварии на рабочих местах аварийного объекта;
- участники ликвидации последствий аварии (ЛПА) из числа профессиональных сотрудников, которые в повседневной деятельности работают непосредственно с ИИИ. Согласно действующим нормативным документам, эти лица относятся к персоналу (группа А);
- участники ЛПА, которые в повседневной деятельности не имеют контакта с ИИИ (медицинские работники, военнослужащие, работники службы общественного порядка и др.). Эти лица приравниваются к персоналу (группа А) и на них распространяются все нормативы аварийного облучения, а также правила направления на аварийную работу, изложенные в НРБ-99/2009 [1].

Потенциальную дозу внешнего облучения и поступления РН в организм во время аварии предвидеть сложно. При установлении факта аварии должны быть приняты все возможные меры для сведения к минимуму внешнего облучения и поступления РН в организм человека.

Планируемое повышенное облучение персонала, граждан, привлекаемых для ликвидации РА, аварийно-спасательных работ и дезактивации, может быть обусловлено только необходимостью спасения людей и/(или) предотвращения еще большего облучения их. Оно может быть разрешено только тогда, когда нет возможности принять меры, исключаяющие его. Планируемое повышенное облучение допускается только для мужчин старше 30 лет, один раз за период их жизни и лишь при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья. Женщины могут быть допущены к участию в аварийных работах лишь в исключительных случаях [1, 10].

Планируемое повышенное облучение в дозе до 100 мЗв/год и эквивалентных дозах не более 2-кратных значений (см. табл. 1), допускается с разрешения Территориальных органов Роспотребнадзора, а облучение в дозе до 200 мЗв/год и 4-кратных значений эквивалентных доз – с разрешения федерального органа Роспотребнадзора.

Повышенное облучение не допускается:

- для работников, ранее уже облученных в течение года в результате РА или запланированного повышенного облучения с эффективной дозой 200 мЗв или с эквивалентной дозой, превышающей в 4 раза соответствующие пределы доз, приведенные в табл. 1;

- для лиц, имеющих медицинские противопоказания для работы с ИИИ (табл. 2).

Таблица 2

Перечень медицинских противопоказаний к допуску к работе с ионизирующим излучением (из приложения 1 к приказу Минздравмедпрома России № 90 от 14.03.1996 г. [6]).

Общие медицинские противопоказания к работе с вредными, опасными веществами и производственными факторами	
1	Врожденные аномалии органов с выраженной недостаточностью их функций
2	Органические заболевания центральной нервной системы со стойкими выраженными нарушениями функций
3	Хронические психические заболевания и приравненные к ним состояния, подлежащие обязательному диспансерному динамическому наблюдению в психоневрологических диспансерах, эпилепсия с пароксизмальными расстройствами
4	В случаях выраженных форм пограничных психических заболеваний вопрос о пригодности к соответствующим работам решается комиссией психоневрологического учреждения индивидуально
5	Наркомании, токсикомании, хронический алкоголизм
6	Злокачественные новообразования (после проведенного лечения вопрос может решаться индивидуально при отсутствии абсолютных противопоказаний)

Общие медицинские противопоказания к работе с вредными, опасными веществами и производственными факторами	
7	Все злокачественные заболевания системы крови
8	Гипертоническая болезнь III стадии
9	Болезни сердца с недостаточностью кровообращения
10	Хронические болезни легких с выраженной легочно-сердечной недостаточностью
11	Бронхиальная астма тяжелого течения с выраженными функциональными нарушениями дыхания и кровообращения
12	Активные формы туберкулеза любой локализации
13	Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки с хроническим рецидивирующим течением и склонностью к кровотечениям
14	Циррозы печени и активные хронические гепатиты
15	Хронические болезни почек с явлениями почечной недостаточности
16	Болезни соединительной ткани
17	Болезни нервно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата со стойкими нарушениями функций, мешающие выполнению обязанностей по профессии
18	Беременность и период лактации
19	Привычное невынашивание и аномалии плода в анамнезе у женщин, планирующих деторождение
20	Нарушения менструальной функции, сопровождающиеся маточными кровотечениями (кроме работ, связанных с напряжением зрения)
21	Глаукома декомпенсированная
Дополнительные медицинские противопоказания к допуску на работу, связанную с источниками ионизирующих излучений и РВ	
1	Содержание гемоглобина менее 130 г/л у мужчин и 120 г/л у женщин
2	Содержание лейкоцитов менее $4,5 \cdot 10^9$ /л, тромбоцитов менее 180 000
3	Облитерирующие заболевания артерий, ангиоспазмы периферических сосудов
4	Предопухолевые заболевания, склонные к перерождению и рецидивированию; злокачественные опухоли; новообразования (без индивидуального допуска)
5	Доброкачественные опухоли и заболевания, препятствующие ношению спецодежды и туалету кожных покровов
6	Лучевая болезнь II–IV степени тяжести или наличие стойких последствий (при лучевой болезни I степени тяжести годность определяется индивидуально)
7	Хронические гнойные заболевания придаточных пазух носа, хронические средние отиты с частыми обострениями (при атрофических процессах годность определяется индивидуально)
8	Хронические и грибковые заболевания
9	Острота зрения с коррекцией не менее 0,5 на одном глазу и 0,2 – на другом. Рефракция скиаскопически: близорукость при нормальном глазном дне до 10,0 Д, дальнозоркость до 8,0 Д, астигматизм не более 3,0 Д
10	Катаракта

Лица, подвергшиеся однократному облучению в дозе, превышающей 100 мЗв, при дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв/год.

Облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Последующая работа с ИИИ этим

лицам может быть разрешена только в индивидуальном порядке с учетом их согласия по решению компетентной медицинской комиссии.

При необходимости для проведения аварийных и спасательных работ при ликвидации РА могут привлекаться лица, не относящиеся к персоналу. В этом случае они должны быть допущены к работам как персонал группы А.

8.3. Специализированная диспансеризация участников ликвидации последствий радиационных аварий и лиц, подвергшихся радиационному воздействию

Полученное персоналом и населением в результате РА облучение может оказывать биологическое действие не только непосредственно в момент аварии или ближайшее время после нее, но и приводить к возникновению заболеваний в течение всей их жизни. Повреждения генетических структур могут проявляться в форме различных аномалий у последующих поколений. Поэтому выявление, наблюдение и своевременное лечение лиц, пострадавших от ИИ в результате РА, является важным аспектом послеаварийного этапа их жизни.

Для контроля состояния их здоровья, выявления заболеваний и лечения в стране организованы специализированное (диспансерное) наблюдение и специализированная помощь всем пострадавшим. Однако эффективная организация и планирование необходимого объема наблюдения и лечения возможны только на знании точного количества пострадавших и постоянном мониторинге состоянии их здоровья.

В связи с этим в 1986 г. был организован Всесоюзный распределенный регистр лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), на базе вычислительного центра НИИ медицинской радиологии АМН СССР (г. Обнинск). Его Республиканские информационно-вычислительные центры были расположены на территориях наиболее пострадавших от аварии на ЧАЭС республиках СССР – Российской Федерации, Белоруссии и Украины. В настоящее время данные Всесоюзного регистра стали основой Национального радиационно-эпидемиологического регистра.

Кроме этого, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 322 от 30.06.2004 г. «Об утверждении положения о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека» [9] и приказом Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 233 от 08.08.2006 г. «О регистрации лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению в результате чернобыльской и других радиационных катастроф и инцидентов» [8], была организована регистрация лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся

радиационному облучению в результате аварии на ЧАЭС и других радиационных катастроф и инцидентов, Роспотребнадзором.

Национальный радиационно-эпидемиологический регистр (НРЭР) представляет собой многоуровневую медицинскую информационную систему, охватывающую всю территорию Российской Федерации.

Основным элементом НРЭР является Российский государственный медико-дозиметрический регистр (РГМДР – далее Регистр). Главной целью которого является обеспечение долговременного персонального учета лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению в результате аварии на ЧАЭС и других радиационных катастроф и инцидентов.

Организационная структура, основные цели и задачи РГМДР. Регистр представляет собой информационную многоуровневую систему, которая охватывает все регионы Российской Федерации. В Регистре существуют четыре уровня контроля и накопления персональной информации:

- государственный (федеральный);
- региональный;
- областной;
- районный.

Вся территория России разделена на 11 административно-экономических регионов, в каждом из них созданы региональные центры Регистра для сбора индивидуальной медико-дозиметрической информации, поступающей из районов и областей, и последующей передачи ее на государственный уровень. Кроме межобластных региональных центров, созданных по территориальному принципу, Регистр имеет свои центры в Министерстве обороны РФ, МВД России, Министерстве путей сообщения РФ, Министерстве РФ по атомной энергии и Федеральной службе безопасности. В городах Брянск, Калуга, Тула и Орел, т.е. в областных центрах РФ, население которых подверглось наибольшему воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, также созданы отделения, имеющие статус региональных центров.

Принципиальная схема организации информационных потоков о состоянии здоровья ликвидаторов регионального центра Регистра представлена на рис. 1.

Регистр предназначен для информационной поддержки, повышения качества и эффективности:

- работ по диспансеризации населения;
- проведения необходимых лечебно-оздоровительных мероприятий по результатам диспансеризации;
- изучения структуры, характера, динамики и тенденции в заболеваемости и ее исходов по наблюдаемому контингенту;

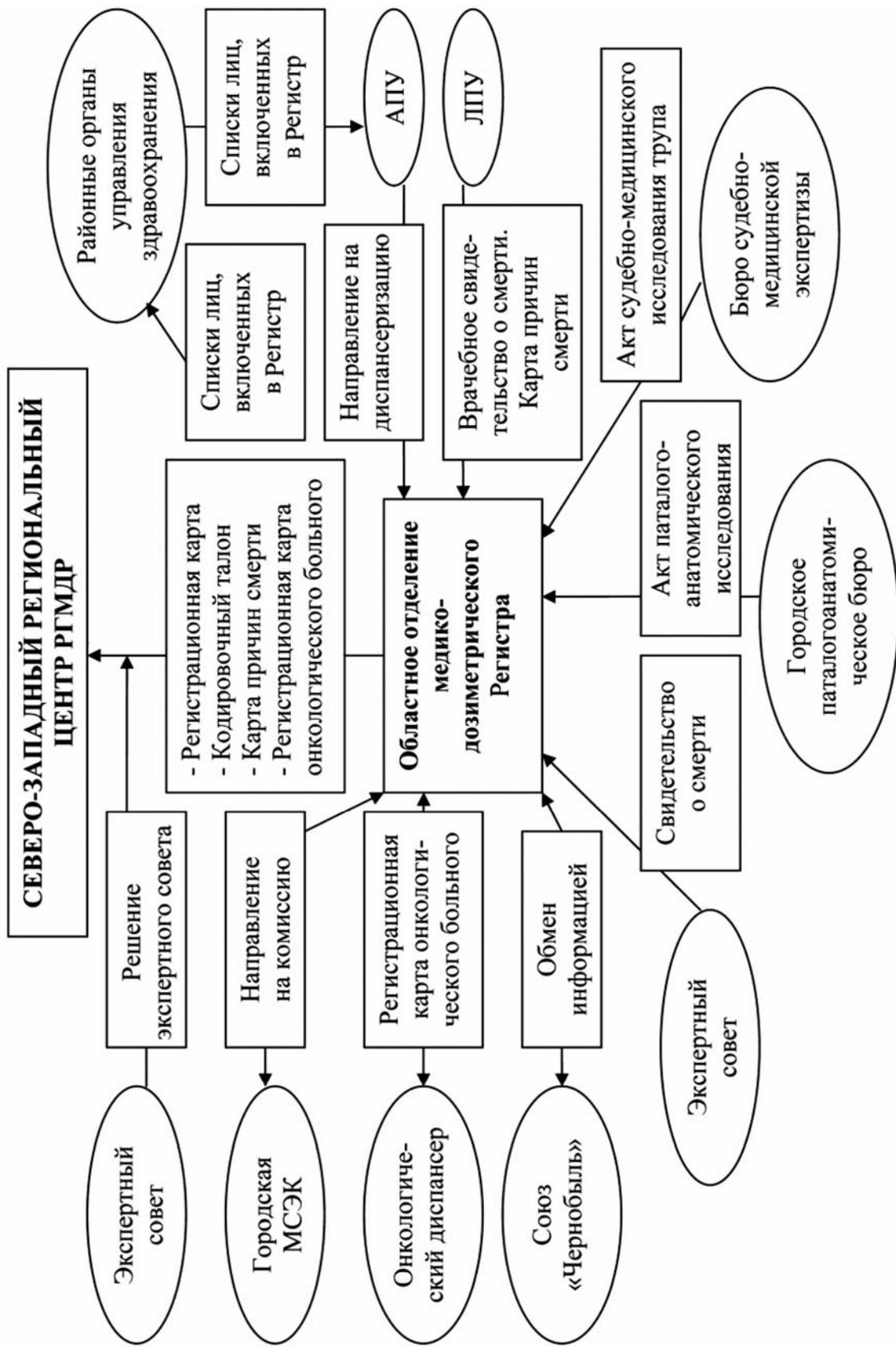


Рис. 1. Схема организации информационных потоков о состоянии здоровья ликвидаторов Регистра (на примере Северо-Западного региона) [11].

- выработки рекомендаций на всех уровнях ведения Регистра по улучшению профилактики, диагностики и лечения заболеваний, проведению защитных мероприятий, а также совершенствования системы оказания медицинской помощи населению;

- специальных и научных программ изучения медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС и других радиационных катастроф и инцидентов.

В задачи Регистра входят:

- персональный автоматизированный учет паспортно-регистрационных данных лиц, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС и других радиационных катастроф и инцидентов;

- автоматизированный учет и определение индивидуальных доз облучения;

- автоматизированный учет хронических заболеваний, имевших место у наблюдаемых лиц до аварии, автоматизированный учет состояния здоровья после аварии, его изменений;

- формирование по запросам пользователей информационно-справочных данных, хранящихся в Регистре;

- контроль полноты и сроков диспансерного наблюдения за лицами, внесенными в Регистр.

Пользователями Регистра являются Минздрав РФ, МЧС России. Сторонние организации имеют доступ к материалам Регистра с разрешения учреждений здравоохранения соответствующего уровня.

При создании организационной структуры Регистра был учтен опыт создания зарубежных аналогов – японского, включающего население Японии, пострадавшее от атомных бомбардировок городов Хиросимы и Нагасаки, а также регистров других стран.

Группы наблюдения. Весь контингент зарегистрированных в Регистре лиц разделен на четыре группы наблюдения (первичного учета):

I группа – лица, принимавшие участие в ликвидации аварии на ЧАЭС и ее последствий (ликвидаторы). К ним относятся:

- граждане (в том числе временно направленные или командированные), принимавшие в 1986–1990 гг. участие в работах по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в пределах зоны отчуждения или занятые в этот период на работах, связанных с эвакуацией населения и на эксплуатации или других работах на Чернобыльской АЭС;

- военнослужащие и военнообязанные, призванные на специальные сборы и привлеченные в этот период для выполнения работ, связанных с ликвидацией указанной катастрофы, включая летный состав гражданской авиации, независимо от места дислокации и выполняемых работ, а также лица начальствующего и рядового состава органов внутренних дел, проходившие в 1986–1990 гг. службу в зоне отчуждения;

II группа – лица, эвакуированные (в том числе выехавшие добровольно) в 1986 г. из зоны отчуждения (территории, из которых в соответствии с

нормами радиационной безопасности в 1986 г. население было эвакуировано), включая детей, в том числе детей, которые в момент эвакуации находились в состоянии внутриутробного развития;

III группа – лица, проживающие на наблюдаемых территориях (зона отселения и зона с правом на отселение) или проживавшие там после аварии (и впоследствии переехавшие в другую местность) и включенные в систему РГМДР;

IV группа – дети, родившиеся от лиц I группы первичного учета, участвовавших в ликвидации последствий аварий в 1986–1987 гг.

Первичные документы Регистра. Информационной основой Регистра являются основные первичные бумажные документы. Согласно приказу Минздрава России от 26.11.1993 г. № 281 «О порядке ведения Российского государственного медико-дозиметрического регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» ими являются:

- регистрационная карта;
- кодировочный талон.

Регистрационная карта содержит паспортно-регистрационные данные, информацию о пребывании в зоне радиационного воздействия, полученной дозой нагрузки и хронических заболеваниях, имевшихся до аварии на ЧАЭС или до момента прибытия в зону.

Кодировочный талон содержит данные о заболеваниях, выявленных при диспансеризации или при обращении за лечением в текущем году, проведенных и назначенных методах лечения или оздоровления, состоянии здоровья на конец отчетного года; данные о связи заболевания с радиационным воздействием (по заключению межведомственного экспертного совета), инвалидности или смерти. Все заболевания кодируются в соответствии с Международным классификатором болезней (МКБ-10).

В дополнение к указанным выше первичным документам приказом Минздрава России от 11.08.1995 г. № 236 «О внесении дополнений к приказу Минздрава РФ от 26 ноября 1993 г. № 281» [2] были введены в действие несколько новых первичных документов. Основные из них:

- Регистрационная карта онкологического заболевания лица, подвергшегося воздействию радиации в результате аварии на ЧАЭС;
- Карта причин смерти лица, подвергшегося воздействию радиации в результате аварии на ЧАЭС;
- Регистрационная карта лица с установленной причиной связи заболевания, инвалидности и смерти с радиационным воздействием.

Формы «Регистрационной карты», «Кодировочного талона», «Регистрационная карта онкологического заболевания лица, подвергшегося воздействию радиации в результате аварии на ЧАЭС», «Карта причин смерти лица, подвергшегося воздействию радиации в результате аварии на ЧАЭС», «Регистрационная карта лица с установленной причиной связи заболева-

ния, инвалидности и смерти с радиационным воздействием» приведены в соответствующих приказах.

Все первичные документы имеют подробные инструкции по заполнению. При разработке документов использовался принцип максимальной минимизации текстовых полей, что позволяет уменьшить вероятность появления ошибок и неточностей при их заполнении. Документы имеют простую регулярную структуру и состоят из фрагментов и строк. Каждая строка может содержать только одно числовое поле или текстовое значение. В заполнении первичных документов Регистра используется информация из различных источников первичной регистрационной и медико-демографической информации (схема), но при этом базовой процедурой сбора первичной информации Регистра является специализированная диспансеризация.

Все первичные документы содержат фрагмент «идентификация», который позволяет однозначно идентифицировать личность в Регистре. Этот фрагмент содержит такие данные, как код учреждения, ведущего диспансерное наблюдение за лицом, номер регистрационной карты, фамилию, имя, отчество, пол, дату рождения и группу первичного учета.

Организационно-медицинское обеспечение Регистра. Важнейшей составляющей медико-организационных мероприятий, проводимых на региональном уровне Регистра, является обеспечение полной и объективной информации о состоянии здоровья контингента декретированного приказами Минздрава РФ от 26.11.1993 г. № 281 «О порядке ведения Российского государственного медико-дозиметрического регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [5] и от 11.08.1995 г. № 236 «О внесении дополнений к приказу Минздрава РФ от 26 ноября 1993 г. № 281» [2].

Основной объем медицинской информации получается в результате обязательного специального медицинского наблюдения (спецдиспансеризации), представляющего собой сложную систему мероприятий медико-социального характера, которая реализуется на государственном уровне органами и учреждениями здравоохранения при активном участии научных организаций.

Спецдиспансеризация граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии на ЧАЭС, проводится с целью минимизации последствий радиационного воздействия посредством выявления у них заболеваний на ранней стадии, современного оказания профилактической, лечебной и реабилитационной медицинской помощи и установления причинно-следственной связи заболевания с воздействием радиационного фактора. Ее порядок в настоящее время определяется приказом Минздрава РФ от 26.05.2003 г. № 216 «О диспансеризации граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [4].

Кроме того, часть контингентов данного приказа находятся под диспансерным наблюдением у отдельных врачей-специалистов или входят в декретированные другими приказами Минздрава РФ группы населения.

В рамках ведения специализированной диспансеризации предусмотрено:

- проведение первичного врачебного осмотра (скрининга) и углубленного медицинского обследования;
- оценка состояния здоровья и его изменения;
- разработка и своевременное проведение лечебно-профилактических, оздоровительных и реабилитационных мероприятий;
- регистрация и обеспечения долговременного, автоматизированного, персонального учета лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии на ЧАЭС, их детей и последующих поколений;
- установление причинно-следственной связи заболеваний, инвалидности или смерти с воздействием радиационного фактора при выполнении работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

Результаты диспансеризации и проводимых при этом клинико-лабораторных исследований фиксируются в специальных первичных документах, которые являются исходным материалом персонифицированной базы данных Регистра.

Основными задачами этого этапа медико-организационного обеспечения Регистра являются:

- выявление всех случаев заболевания, инвалидизации и смерти лиц, находящихся под наблюдением;
- повышение качества медицинской информации первичных документов Регистра;
- контроль за организацией и проведением диспансеризации декретированных контингентов населения.

Для поддержания качественного уровня этих данных и обеспечения долгосрочного автоматизированного персонального учета лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, в Регистре осуществляются следующие организационно-методические мероприятия:

1) планирование, организация и проведение работ по сбору медицинской информации согласно приказам Минздрава РФ от 26.11.1993 г. № 281 «О порядке ведения Российского государственного медико-дозиметрического регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [5] и от 11.08.1995 г. № 236 «О внесении дополнений к приказу Минздрава РФ от 26 ноября 1993 г. № 281» [2] на территории РФ в целом, региональных центров, областей и отдельных районов;

2) контроль ведения медицинской информации Регистра:

- прием отчетных материалов региональных центров и другие непосредственные контакты с персоналом РЦ по методическим и медико-организационным вопросам;

- разработка требований государственного уровня Регистра к качеству отчетной медицинской информации и контроль за их исполнением;

- подготовка отчетов Государственного уровня Регистра;

3) контроль ведения учетной медицинской информации Регистра:

- регистрационных карт (выборочно);

- кодировочных талонов (выборочно);

- «Карт причин смерти»;

- «Регистрационных карт онкологического заболевания» и «Регистрационных карт онкологического больного»;

- врачебных свидетельств о смерти;

- протоколов вскрытия;

- актов о смерти ЗАГС (выборочно);

4) разработка требований государственного уровня Регистра к качеству учетной медицинской информации и контроль за их исполнением;

5) разработка новых форм первичной медицинской информации Регистра, подготовка и внесение изменений в уже существующие формы.

Таким образом, организационно-медицинское обеспечение Регистра представляет собой хорошо отработанную технологию организации качественного сбора и обработки медико-дозиметрических данных для долгосрочного наблюдения за состоянием здоровья, на основании которого планируется проведение лечебно-оздоровительных мероприятий по снижению возможных отдаленных радиационных эффектов у пострадавшего от облучения населения.

Специализированная диспансеризация лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Основными задачами специализированной диспансеризации являются максимально раннее выявление донозологических и ранних клинических изменений состояния здоровья ликвидаторов, диагностика радиационно-обусловленной патологии, проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий с контролем их эффективности. Принципиальным является то, что на первом месте стоит всесторонняя оценка здоровья участников ликвидации радиационной катастрофы и коррекция его изменений. При этом ионизирующее облучение рассматривается как один из возможных этиопатогенетических механизмов их развития.

Системы спецдиспансеризации обеспечивают единство методологических и методических подходов при оценке состояния здоровья лиц, задействованных в ликвидационных работах, осуществлении долгосрочных, в том числе и научных, проектов.

Перечисленные задачи диспансеризации осуществляются путем:

■ периодического проведения углубленного медицинского осмотра;

■ медицинского обследования в стационарных или амбулаторных условиях (по показаниям);

■ обеспечения квалифицированной медицинской помощи в специализированных лечебных отделениях (центрах);

■ оздоровления в санаторно-курортных условиях или реабилитационных центрах;

■ формирования специализированной базы данных результатов диспансеризации (медико-дозиметрического регистра ликвидаторов) и проведения многоаспектного научного анализа.

В специализированном медицинском наблюдении за ликвидаторами можно выделить 3 этапа:

1-й – оценка состояния здоровья участников ЛПА (скрининг) путем проведения медицинских осмотров;

2-й – углубленное медицинское обследование в специализированных отделениях и лечение выявленной патологии в отделениях по профилю заболеваний;

3-й – диагностика и лечение радиационно-индуцированной и другой патологии в специализированных медицинских центрах.

Организацию специализированной диспансеризации на местах осуществляют руководители территориальных органов здравоохранения, а непосредственное ее проведение возлагается на администрацию Территориального медицинского образования. Приказом Минздрава РФ от 19.04.1995 г. № 103 «О дальнейшем совершенствовании медико-социальной помощи участникам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС» [3] в штате каждой Центральной районной больницы (Центральной городской больнице) выделяется доверенный врач, ответственный за организацию медицинского обслуживания ликвидаторов.

Периодичность и объем диспансеризации лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, регламентируется приказом Минздрава РФ от 26.05.2003 г. № 216 «О диспансеризации граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [4] (табл. 3).

Доверенный врач назначается из числа наиболее подготовленных терапевтов, обладающих хорошими организаторскими способностями. Ориентировочно освобожденная должность доверенного врача выделяется из расчета 1 ставка на 300 ликвидаторов, проживающих в сельской местности, 1 ставка на 500 ликвидаторов, проживающих в городских условиях.

В условиях мегаполиса, при большой численности проживающих в нем ликвидаторов, целесообразно всю проводимую диспансеризацию сосредоточить в одном месте, как, например, это сделано в Санкт-Петербурге, где открыт специализированный диспансер. Это позволяет более оперативно и качественно решать все специфические вопросы медицинского наблюдения за ликвидаторами, начиная от организации их учета и до специальной подготовки врачебного персонала по вопросам радиационной медицины.

Таблица 3

Периодичность и объем диспансеризации граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС

№	Категория граждан	Периодичность	Объем медицинских осмотров	
			осмотр врачей	лабораторные и диагностические исследования
1.	Граждане, принимавшие в 1986–1987 гг. участие в работах по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС	Ежегодно	Терапевт, хирург-онколог	Общий анализ крови и мочи
2.	Граждане, принимавшие в 1988–1990 гг. участие в работах по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС	1 раз в 2 года	Терапевт, хирург-онколог	Общий анализ крови и мочи
3.	Граждане, эвакуированные (в том числе выехавшие добровольно) в 1986 г. из зоны отчуждения	Ежегодно	Терапевт, хирург-онколог	Общий анализ крови и мочи
4.	Граждане, постоянно проживающие (работающие) в зоне отселения до их переселения в другие районы	Ежегодно	Терапевт, хирург-онколог	Общий анализ крови и мочи, УЗИ щитовидной железы по показаниям
5.	Граждане, постоянно проживающие (работающие) в зоне проживания с правом на отселения до их переселения в другие районы	1 раз в 2 года	Терапевт, хирург-онколог	Общий анализ крови и мочи, УЗИ щитовидной железы по показаниям
6.	Граждане, постоянно проживающие (работающие) в зоне с льготным социально-экономическим статусом до их переселения в другие районы	1 раз в 3 года	Терапевт	Общий анализ крови и мочи
7.	Граждане 1968–1986 гг. рождения, находившиеся после аварии на ЧАЭС до августа 1986 г. на территории зоны проживания с правом на отселения и зоны отселения, эвакуированные из зоны отчуждения, переселенные из зоны проживания с правом на отселения, включая тех, которые на момент эвакуации находились во внутриутробном состоянии	Ежегодно	Терапевт (педиатр), хирург-онколог, эндокринолог	Клинический анализ крови, анализ мочи, УЗИ щитовидной железы и другие лабораторно-инструментальные исследования по показаниям
8.	Дети, родившиеся после 1986 г. и проживавшие на территории зоны отселения, зоны проживания с правом на отселение и зоны с льготным социально-экономическим статусом	Ежегодно	Педиатр	Общий анализ крови и мочи
9.	Дети первого и последующих поколений граждан, указанных в п. 1–3	Ежегодно	Педиатр	Общий анализ крови и мочи

Перед доверенным врачом стоят следующие задачи:

- выявление и персональный учет лиц, подлежащих спецдиспансеризации проживающих на подведомственной территории;
- организация и контроль прохождения персональной специализированной диспансеризации ликвидаторов;
- сбор информации о жизненном и социальном статусе, состоянии здоровья ликвидаторов, состоящих на учете, путем постоянной связи с поселковыми советами, административными органами, бюро ЗАГС, военкоматами, лечебными учреждениями, представителями общественной организации «Союз "Чернобыль"»;
- ежегодное подведение итогов диспансеризации, планирование необходимых мероприятий и подготовка по ним справочных данных;
- организация санитарно-просветительной и индивидуальной разъяснительной работы по оценке реальных последствий полученной дозы облучения и мерам индивидуальной профилактики;
- ведение специализированного регистра ликвидаторов районного уровня, заполнение формализованных бланков Регистра с персональной ответственностью за достоверность заносимой в Регистр информации.

Для повышения эффективности работы доверенному врачу в помощь выделяться медицинская сестра и средства оргтехники.

Организация медицинского осмотра ликвидаторов. Положительный эффект от диспансеризации в значительной степени определяется полнотой охвата и качеством проведения медицинского осмотра, т.е. реализацией ее 1-го этапа.

Основная цель проведения ежегодного медицинского осмотра – раннее распознавание различных отклонений в состоянии здоровья наблюдаемого и разработка индивидуального плана проведения необходимых лечебно-оздоровительных мероприятий. Эта цель достигается решением следующих задач:

- получение исходных данных о состоянии здоровья лиц, находящихся на учете и подлежащих спецдиспансеризации (при первичном медицинском осмотре);
- выявление лиц, которые нуждаются в углубленном медицинском обследовании в амбулаторных или стационарных условиях;
- выявление лиц, нуждающихся в специализированном медицинском вмешательстве или реабилитационных мероприятиях;
- выявление сопутствующих факторов, способных отрицательно сказаться на здоровье наблюдаемого.

Медицинскому осмотру должны подвергаться все лица, состоящие на учете, при этом участники ликвидации катастрофы на ЧАЭС в 1986–1987 гг. и лица с установленной причинной связью заболеваний с радиационным воздействием – ежегодно, а остальные – 1 раз в 2 года. При неявке на ме-

дицинский осмотр выясняются ее причина и жизненный статус данного лица через родственников, паспортный стол, бюро ЗАГС.

Ответственность за организацию, проведение и качество медицинского осмотра несет руководитель лечебно-профилактического учреждения. Осмотр проводится специальной комиссией, создаваемой в лечебно-профилактическом учреждении, и имеет свои особенности в зависимости от возможностей территориального здравоохранения:

- проводится полностью силами центральной районной больницы (ЦРБ);
- силами ЦРБ с привлечением отдельных специалистов областной больницы;
- полностью врачебной бригадой областного уровня здравоохранения.

Доверенный врач через администрацию района оповещает нуждающихся в медицинском осмотре лиц о предварительно согласованном месте и времени его проведения. При этом возможны два варианта организации осмотра – выезд врачебной бригады на специально подготовленное место проведения осмотра или организованное прибытие наблюдаемых в поликлинику.

Общая схема проведения осмотра. Доверенный врач собирает подробный анамнез за период с момента последнего медицинского осмотра. Выясняются:

- жалобы на отклонения в самочувствии;
- сроки возникновения и течение перенесенных заболеваний;
- изменения в семейном положении, условиях проживания, образовании, социальном статусе;
- привычки (злоупотребление алкоголем, курение);
- отношение в семье, коллективе, приспособляемость к изменениям условий жизни;
- профессиональные вредности.

При прохождении первичного медицинского осмотра дополнительно собирается детальный специальный анамнез, в частности, уточняются:

- условия труда и жизни до прибытия в радиационно опасную зону;
- состояние здоровья до начала радиационного воздействия;
- время начала и окончания работ в зоне облучения;
- характер выполняемых работ, какие при этом использовались индивидуальные средства защиты, осуществлялась ли санитарная обработка, место и условия, в которых проводилась работа;
- величина официально зафиксированной дозы внешнего облучения, каким методом она была установлена;
- были ли жалобы на здоровье в период нахождения в зоне ЧАЭС, проводилось ли стационарное амбулаторное обследование по окончании работ и какое было вынесено заключение врачей.

Все собираемые сведения должны подтверждаться соответствующими документами. При их отсутствии делается пометка «со слов обследуемого».

Перечень специалистов и инструментально-лабораторных исследований определяется приказом Минздрава РФ от 26.05.2003 г. № 216 «О диспансеризации граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [4] (см. табл. 2).

В зависимости от выявленной патологии привлекаются необходимые специалисты и расширяется перечень исследований.

Результаты опросов обследуемого, анализов и осмотров специалистов заносятся в амбулаторную карту.

По окончании медицинского осмотра доверенный врач подводит итоги его результатов и составляет индивидуальные планы лечебно-оздоровительных мероприятий для всех нуждающихся ликвидаторов. При этом все осмотренные распределяются на следующие группы:

- здоровые и практически здоровые, которые не нуждаются в медицинской помощи;
- практически здоровые, которым рекомендуется определенное оздоровление (санация полости рта, коррекция зрения и т. д.);
- лица, нуждающиеся в дополнительном углубленном обследовании в амбулаторных или стационарных условиях;
- больные, нуждающиеся в специализированном лечении в больнице общего профиля;
- больные, нуждающиеся в лечении в условиях специализированного центра;
- больные, нуждающиеся в санаторно-курортном лечении;
- больные, нуждающиеся в оформлении на медико-социальную экспертную комиссию (МСЭК) или экспертный совет для установления связи заболевания с воздействием радиационного фактора.

Далее доверенный врач организует реализацию индивидуальных рекомендаций.

Сбор доверенным врачом дополнительной информации и оформление formalизованных документов Регистра. В конце календарного года доверенный врач, собрав медицинские данные, выносит итоговую оценку состояния здоровья каждому находящемуся на учете ликвидатору и составляет медицинские рекомендации на следующий год. Обязательно учитываются не только заболевания, выявленные в ходе медицинских осмотров и обследований, но и уточняются сведения обо всех случаях обращения наблюдаемого за медицинской помощью в течение года в различные медицинские учреждения.

Особое внимание следует обратить на те случаи, когда наблюдаемый не прибыл на медицинский осмотр. Всеми доступными средствами устанавливается его жизненный статус. В случае смерти ликвидатора доверенный врач дополнительно изучает обстоятельства и причины, повлекшие за собой смерть, и, опираясь на официальные сведения, заполняет специализированную карту регистра умершего. Аналогичны действия доверенного

врача в случае выявления у ликвидатора онкологического заболевания. При его возникновении больной переходит под наблюдение онкологической службы. Задача доверенного врача – через онкологический диспансер с помощью лечащего врача получить необходимые сведения о состоянии здоровья наблюдаемого для заполнения специализированной карты регистра на онкологического больного.

Важным разделом работы доверенного врача является установление распространенности инвалидности среди наблюдаемой когорты и анализ причин, ее повлекших. Все выявленные случаи ограничения работоспособности (решение МСЭК) и диагноз, по которому наблюдаемый переведен на инвалидность, заносятся в банк данных.

В обязанность доверенного врача входит взаимодействие со специализированными Экспертными советами по установлению причинно-следственной связи заболеваний, инвалидности и смерти с радиационным воздействием. Он непосредственно готовит и представляет необходимые документы в территориальные органы управления здравоохранения для последующего направления их в экспертный совет, а все положительные решения за текущий год включает в информацию для регистра.

Проделав эту работу, доверенный врач располагает всеми необходимыми сведениями для окончательного заполнения всех формализованных документов Регистра ликвидаторов. Следует подчеркнуть, что в документы вносятся только верифицированные диагнозы заболеваний. Заполненные бланки доверенный врач передает в регистр областного уровня.

8.4. Регистрация лиц, подвергшихся радиационному облучению, Роспотребнадзором

Регистрация лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению в результате чернобыльской и других радиационных катастроф и инцидентов, начиная с 01.06.2004 г., осуществляется также Федеральной службой Роспотребнадзора.

Для этого на базе Федеральных государственных учреждений здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора создан Федеральный банк данных лиц, пострадавших от радиационного воздействия (ФБД ЛПРВ). В организациях Роспотребнадзора Федеральных государственных учреждений здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии» в субъектах Российской Федерации созданы региональные банки (РБД ЛПРВ), являющиеся основой единого ФБД ЛПРВ.

Регистрация пострадавших лиц осуществляется на основании методических рекомендаций «Регистрация лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению» [8].

Основные цели и задачи Роспотребнадзора в регистрации лиц, пострадавших от радиационного воздействия. Основной целью ФБД ЛПРВ и РБД ЛПРВ является регистрация пострадавших и облученных лиц на Федеральном и региональном уровне. В задачи ФБД ЛПРВ входят:

- регистрация облученных и пострадавших лиц;
- контроль за накопленными дозами профессионального и аварийного облучения;
- профилактика превышения основных дозовых пределов при работах с использованием ИИИ и детерминированных эффектов у лиц из персонала и населения, пострадавших при радиационных авариях и инцидентах;
- обеспечение единых методов обработки и автоматизированного учета пострадавших и облученных лиц, анализ и хранение информации.

Задачи РБД ЛПРВ:

- получение оперативной информации о превышении основных дозовых пределов облучения персонала и аварийного облучения населения;
- профилактика случаев превышения основных пределов доз;
- выделение лиц с «критическими» (приближающимися к гигиеническому нормативу) дозами облучения, формирование «контингента наблюдения» и динамическое наблюдение за дозами облучения этих лиц в течение 5 лет (в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [1]);
- получение и хранение информации об аварийных ситуациях, лицах, пострадавших в аварийных и радиационных инцидентах, дозах их облучения, сведений о расследовании аварий и инцидентов;
- связь с органами управления здравоохранением субъектов Российской Федерации по вопросам медицинского обеспечения лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся облучению выше установленных пределов доз, а также о лицах, у которых установлена связь заболевания, инвалидности, смерти с радиационным воздействием;
- подготовка информации для Федерального банка данных.

Категории граждан, подлежащих регистрации. Регистрации подлежат все вновь выявленные пострадавшие лица, начиная с 01.06.2004 г. Сведения о лицах, пострадавших от ИИИ ранее, должны быть восстановлены в ФБД ЛПРВ и РБД ЛПРВ в течение 2009–2010 гг.

Регистрации подлежат:

- ▼ лица из населения, подвергшиеся аварийному облучению в дозе выше основного ПД (см. табл. 1) и накопленной за период жизни дозе более 70 мЗв;
- ▼ лица из числа персонала, подвергшиеся радиационному воздействию в результате РА или планируемому повышенному облучению (см. разд. 7.2) в годовой эффективной дозе или дозе, накопленной за трудовую деятельность более установленных основных ПД для группы А или Б (см. табл. 1), или имеющие за трудовую деятельность (50 лет) эффективную дозу более 1000 мЗв и 250 мЗв соответственно;

▼ лица, пострадавшие от радиационного воздействия, у которых в результате РА возникли детерминированные или другие эффекты, в отношении которых экспертными советами или иными уполномоченными организациями диагностирована и официально установлена связь с радиационным воздействием, в том числе при отсутствии данных о полученной дозе облучения.

Информация, включаемая в базы данных лиц, подвергшихся радиационному воздействию. Для унификации сведений, получаемых на региональном и федеральном уровне, возможности аналитической работы с ними вся необходимая информация включена в четыре формы ведения банка данных Р-1 – Р-4.

■ Р-1 «Ликвидаторы» – «Сведения о лицах, принимавших участие в ликвидации последствий радиационных аварий, произошедших до 2004 г.» заполняется для лиц, участвовавших в ликвидации последствий РА на ЧАЭС, ПО «Маяк» в 1957 г., сбросов радиоактивных отходов в реку Теча, ветеранов подразделений особого риска.

■ Р-2 «Население» – «Сведения о лицах из населения, подвергшихся аварийному облучению с накопленной за период жизни дозой облучения более установленных Федеральными законами Российской Федерации пределов доз» заполняется для лиц, проживающих в субъекте Российской Федерации, у которых доза облучения за время проживания на радиоактивно загрязненной территории или другого аварийного облучения превысила установленные пределы доз.

■ Р-3 «Причинная связь» – «Сведения о лицах с установленной причинной связью заболеваний, инвалидности, смерти с радиационным воздействием» заполняется для лиц, которым экспертными советами или иными уполномоченными организациями диагностирована и официально установлена связь заболеваний, инвалидности или смерти с радиационным воздействием.

■ Р-4 «Аварии с 2004» – «Сведения о лицах, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению в результате радиационных аварий и инцидентов, произошедших с 2004 г.» заполняется на лиц из персонала и населения, подвергшихся облучению сверх установленных допустимых ПД облучения, начиная с 2004 г.

Образцы форм Р-1 – Р-4 приведены в методических рекомендациях «Регистрация лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению» [8].

Вопросы для самоконтроля

1. Какие уровни являются допустимыми величинами?
2. В каких случаях допускается для мужчин старше 30 лет повышенное планируемое облучение?

3. На каких лиц распространяются основные пределы доз, регламентируемые нормами радиационной безопасности, и на каких – не распространяются?
4. Расскажите о принципиальной схеме направления информационных потоков о состоянии здоровья ликвидаторов последствий аварии регионального центра.
5. Дайте характеристику групп наблюдения, зарегистрированных в Регистре.
6. Как проводится организация специализированной диспансеризации лиц, принимавших участие в ликвидации радиационной аварии?

Рекомендуемая литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : СанПиН 2.6.1.2523-09. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. О внесении дополнений к приказу Минздрава РФ от 26 ноября 1993 г. № 281 : приказ Минздрава РФ от 11.08.1995 г. № 236. – М., 1995.
3. О дальнейшем совершенствовании медико-социальной помощи участникам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС : приказ Минздрава РФ от 19.04.1995 г. № 103. – М., 1995.
4. О диспансеризации граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС : приказ Минздрава РФ от 26.05.2003 г. № 216. – М., 2003.
5. О порядке ведения Российского государственного медико-дозиметрического регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС : приказ Минздрава РФ от 26.11.1993 г. № 281. – М., 1993.
6. О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии : [приказ Минздравмедпрома РФ от 14.03.1996 г. № 90] / под ред. И.С. Мыльниковой. – М. : Агар, 1997. – 87 с.
7. О радиационной безопасности населения : Федер. закон РФ от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ. – М., 1996.
8. О регистрации лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению в результате чернобыльской и других радиационных катастроф и инцидентов : приказ Роспотребнадзора от 08.08.2006 г. № 233. – М., 2006.
9. Об утверждении положения о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека : постановление Правительства РФ № 322 от 30.06.2004 г. – М., 2004.
10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) : СанПиН 2.6.1.2612-10. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
11. Радиационно-гигиенические аспекты радиационных аварий : учеб. пособие / под ред. Т.Б. Балтруковой, Б.А. Барина ; С.-Петерб. гос. мед. акад. последиплом. образования. – СПб. : Изд-во СПбМАПО, 2009. – Ч. I. – 180 с. ; 2010. – Ч. II. – 167 с.

Глава 9. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ РАДИАЦИОННОГО ХАРАКТЕРА

9.1. Радиационноопасные объекты

Согласно НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010, к радиационным объектам относятся организации, где осуществляется обращение с техногенными ИИИ [10, 17]. В литературе также встречается термин «радиационноопасный объект» (РОО), который будет использоваться в настоящем пособии.

РОО – объекты, изготавливающие и(или) применяющие потенциально опасные для объекта, персонала объекта, населения и окружающей среды ИИИ [1].

РОО – объекты, на которых хранят, перерабатывают, используют или транспортируют РВ, при аварии на которых или при их разрушении может произойти облучение людей, а также сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды или их радиоактивное загрязнение [28].

В самом названии РОО подчеркивается их потенциальная опасность (угроза) радиационного характера для людей и окружающей среды, которая становится реальной при возникновении на них радиационной аварии (РА).

Характер и последствия РА, в первую очередь, зависят от *вида РОО*, которые могут быть:

- ядерными;
- радиоизотопными;
- электрофизическими, т.е. создающими ИИИ за счет ускорения (замедления) заряженных частиц в электромагнитном поле.

Такое деление является достаточно условным, поскольку, например, АЭС одновременно являются и ядерными, и радиоизотопными объектами.

РОО по признаку «*объекты использования*» делятся на:

- объекты ядерного комплекса [ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), ядерного оружейного комплекса];
- объекты с ядерными установками;
- объекты с радиационными источниками;
- пункты хранения ядерных материалов и радиационных веществ (РВ), хранилища радиоактивных отходов (РАО);
- базы ядерного оружия;
- территории и водоемы, загрязненные радионуклидами (РН).

Предприятия ЯТЦ осуществляют добычу урана, его обогащение, изготовление ядерного топлива, переработку отработавшего ядерного топлива и РАО, хранение ядерного топлива, РАО и захоронение РАО.

По производственному признаку они делятся на предприятия:

- добывающие уран;

- обогащающие природный уран (разделение изотопов урана);
- изготавливающие ядерное топливо;
- перерабатывающие отработанное ядерное топливо;
- объекты захоронения РАО.

Объекты с ядерными установками представляют собой сооружения, комплексы и транспортные средства с ядерными реакторами, включая:

- атомные станции;
- транспортные средства, в том числе корабли, суда, подводные лодки и другие плавсредства, космические и летательные аппараты;
- промышленные, экспериментальные и исследовательские ядерные реакторы;
- критические и подкритические ядерные стенды;
- сооружения, комплексы, полигоны, установки и устройства с ядерными зарядами для использования в мирных целях;
- другие содержащие ядерные материалы сооружения, комплексы, установки для производства, использования, переработки, транспортирования ядерного топлива и ядерных материалов.

Объекты с радиационными источниками – это не относящиеся к ядерным установкам комплексы, установки, аппараты, оборудование и изделия, в которых содержатся РВ или генерируется ИИИ [15].

По транспортируемости они делятся на:

- стационарные – назначение и конструкция которых предполагает их эксплуатацию в течение всего проектного срока службы на постоянном месте, для размещения и эксплуатации которых требуется специально оборудованные сооружения (или помещения) и дополнительные технические системы и средства (например, система вентиляции, фильтры и др.);
- передвижные – смонтированные и эксплуатируемые на транспортных (самоходных или специально приспособленных для транспортирования) средствах;
- переносные – это источники, конструкция и масса составных блоков которых позволяют их переносить и использовать по назначению непосредственно в месте проведения работ в помещениях (без переоборудования и усиления защиты помещений) или в полевых условиях.

Пункты хранения ядерных материалов и РВ, хранилища РАО представляют собой не относящиеся к ядерным установкам и радиационным источникам стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения ядерных материалов и РВ, хранения или захоронения РАО.

Ядерное оружие хранят и обслуживают на специальных базах.

Территории и водоемы становятся РОО вследствие загрязнения их РН в результате имевших место РА, ядерных взрывов в мирных целях, производственной деятельности и т.п.

Потенциальная опасность РОО определяется его возможным радиационным воздействием на население и окружающую среду при возникновении РА.

Потенциально более опасными считаются РОО, в результате деятельности которых при аварии возможно облучение не только работников объекта, но и населения. Наименее РОО являются те, где исключена возможность облучения лиц, не относящихся к персоналу. По потенциальной опасности все РОО делятся на 4 категории [17].

К *I категории* относятся РОО, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите (АЭС, исследовательские ядерные реакторы, критические сборки, радиохимические производства, предприятия по переработке и захоронению высоко- и среднеактивных отходов, предприятия по переработке ядерных материалов).

Для объектов *II категории* радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией СЗЗ (мощные γ -установки, радиоизотопные термоэлектрические генераторы и др.).

К *III категории* относятся объекты, радиационное воздействие при аварии от которых ограничивается территорией объекта (радиоизотопные приборы, радиоизотопные термоэлектрические генераторы, γ -терапевтические аппараты и установки, γ - и β -дефектоскопы, лаборатории радионуклидной диагностики и др.).

К *IV категории* относятся объекты, радиационное воздействие при аварии от которых ограничивается помещениями, где проводятся работы с ИИИ (радиоизотопные приборы, диагностические кабинеты, установки для проверки средств измерения и др.).

Категория РОО устанавливается на этапе их проектирования по согласованию с органами Роспотребнадзора в области обеспечения РБ. Для действующих объектов категория устанавливается администрацией предприятия по согласованию с органами Роспотребнадзора.

Следует отметить, что до середины 2005 г. из-за отсутствия документа, устанавливающего единый подход и единую методику категорирования действующих РОО по потенциальной опасности, были нередки случаи отнесения однотипных объектов к различным категориям. При этом отмечались как завышения категорий объектов, так и их занижение. С введением в действие с 01.10.2005 г. методических указаний «Установление категории потенциальной опасности радиационного объекта» [14] эти противоречия были устранены.

Классификация радиационноопасных объектов, применяемых в народном хозяйстве, по наиболее вероятному воздействию на людей и окружающую среду. ИИИ, применяемые в народном хозяйстве, по наиболее вероятному воздействию на персонал, отдельных лиц из населения и окружающую среду разделяются на три группы [4]:

- ИИИ, при аварии которых происходит внешнее облучение;
- ИИИ, при аварии с которыми происходит радиоактивное загрязнение окружающей среды и существует потенциальная опасность внутреннего облучения персонала и отдельных лиц из населения;
- ИИИ, при аварии с которыми возможно внешнее и внутреннее облучение.

Классификация радиационноопасных объектов по принципам организации управления ими при ликвидации радиационных аварий и их последствий. По принципам организации управления и взаимодействия при ликвидации РА РОО делятся на 3 группы:

- 1-я – РОО, обслуживаемые профессионально подготовленным персоналом и расположенные на охраняемых территориях:

- объекты с ядерными реакторами любого типа и назначения (в том числе на транспортных средствах – наземных, надводных, воздушных и космических);

- предприятия ЯТЦ (без ядерного реактора);

- отдельные места размещения и хранилища делящихся материалов и устройств с делящимися материалами;

- отдельные хранилища и могильники РАО с высокой активностью;

- 2-я – РОО, предназначенные для штатной эксплуатации в необслуживаемом режиме или обслуживаемые потребителями, не являющимися специалистами в области ядерной техники (медиками, технологами общепромышленного профиля и пр.), должным образом не охраняемые:

- установки технологического и медицинского назначения и источники тепловой и электрической энергии, в которых используются высокоэнергетические РН с большим периодом полураспада (в основном ^{238}Pu , ^{210}Po , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs) и высокой суммарной активностью (до $3,7 \cdot 10^{17}$ Бк);

- отдельные хранилища и могильники РАО со средней и низкой удельной активностью;

- территории и водоемы, загрязненные РН в результате имевших место РА, ядерных испытаний, а также производственной деятельности предприятий ЯТЦ;

- 3-я – РОО, аварии, на которых могут возникнуть в результате:

- обращения с неохраняемыми передвижными (переносными) устройствами или их съемными частями, содержащими РН, повлекшего за собой потерю контроля за ИИИ;

- транспортных происшествий, вызвавших разрушение РОО;

- злонамеренных действий (диверсий) с применением РН или делящихся материалов.

Категорирование закрытых РН-источников по потенциальной радиационной опасности [23] было принято в Российской Федерации в соответствии с системой категорирования МАГАТЭ [5]. Оно позволяет дифференцированно подходить к разработке и осуществлению мер по обеспечению

нию РБ, сохранности и физической защиты объектов соразмерно с потенциальной опасностью их источников и соблюдать требования «Кодекса поведения по обеспечению безопасности сохранности радиоактивных источников» [6].

Система категорирования закрытых РН-источников базируется на их потенциальной способности вызывать радиационные поражения (детерминированные эффекты) и основана на концепции «опасного источника».

Опасный источник – источник, который, если он не находится под должным контролем, может приводить к облучению людей, достаточному для возникновения тяжелых радиационных поражений (детерминированных эффектов).

Согласно категорированию [23], закрытые РН-источники относятся к одной из 5 категорий потенциальной радиационной опасности для человека:

1-я – *чрезвычайно опасно для человека* – возможен смертельный исход, если человек находился вблизи незащищенного источника в течение периода времени от нескольких минут до 1 ч. Такие источники обычно используются в радиоизотопных термоэлектрических генераторах (РИТЕГ), мощных облучательных установках, аппаратуре для радиационной терапии;

2-я – *очень опасно для человека* – возможен смертельный исход, если человек находился вблизи незащищенного источника в течение периода времени от нескольких часов до нескольких дней. Такие источники обычно используются в промышленной γ -радиографии, брахитерапии высоких и средних мощностей доз, радиоизотопном облучении крови/ткани;

3-я – *опасно для человека* – возможен смертельный исход, если человек находился вблизи незащищенного источника в течение периода времени от нескольких дней до нескольких недель. Такие источники обычно используются в стационарных промышленных средствах измерений (уровнемеры, вращающиеся измерители толщины стенок труб, конвейерные датчики и т.п.), при пуске исследовательских реакторов, проведении каротажа скважин;

4-я – *опасность для человека маловероятна* – может быть причинен временный вред человеку, который брал источник руками или иным образом контактировал с ним в течение многих часов, или который находился вблизи источника в течение многих недель. Такие источники обычно используются для брахитерапии низких мощностей доз, толщиномеров, датчиков влажности, нейтрализаторов статического электричества, калибровочных источников.

5-я – *опасность для человека очень маловероятна* – никому не может быть причинен невозместимый вред (радиационное поражение) источником. Такие источники обычно используются для костной денситометрии, измерения толщин материалов, брахитерапии низких мощностей доз, калибровки приборов.

Категория любого радиационного источника по потенциальной радиационной опасности для человека, в составе которого используются закры-

тые РН-источники, определяется категорией совокупности этих источников в соответствии с руководством «Методика категорирования закрытых РН-источников по потенциальной радиационной опасности» [23].

9.2. Радиационные аварии: причины, классификация

В научных и официальных документах представлено несколько определений *радиационной аварии*. Не вдаваясь в глубокие теоретические изыскания, приведем основополагающие. В Федеральном законе РФ № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» под РА понимается «...потеря управления ИИИ, вызванная неисправностью оборудования, неправильным действием работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды» [13]. Аналогичное определение содержится в «Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» [17].

В данном определении необходимо обратить внимание на слова «*могли привести или привели к облучению людей*». Это связано с тем, что в реальных условиях первоначально определить, действительно ли имеет место ситуация, при которой возможно переоблучение людей или нет, без проведения надлежащего дозиметрического контроля, оценки радиационной обстановки не всегда представляется возможным, а меры по предотвращению или снижению риска радиационного воздействия необходимо принимать немедленно. Такая повышенная настороженность общества к радиационному воздействию в большинстве случаев оправдывает себя, ибо позволяет вовремя оценить ситуацию и принять адекватные меры.

Согласно ГОСТ Р 22.0.05-94, РА – «... это авария на радиационноопасном объекте (РОО), приводящая к выходу или выбросу РВ и (или) ИИ за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации данного объекта границы в количествах, превышающих уровень, установленный нормами РБ и правилами работы с РВ» [28].

«Правила расследования и учета нарушений при обращении с радиационными источниками и радиоактивными веществами, применяемыми в народном хозяйстве» вводят определение понятие *радиационного происшествия* – «... нарушение, при котором имеет место потеря управления радиационным источником, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые привели к незапланированному облучению людей и (или) радиоактивному загрязнению окружающей среды, превышающим контрольные уровни, но не превышающим величины, регламентированные нормами РБ».

Радиационный инцидент – «... происшествие, вызывающее (или нет) неконтролируемое повышенное облучение людей, не приводящее к клинически значимым проявлениям лучевого поражения, но требующее проведения медицинской экспертизы или "непредвиденный случай", который приводит или может привести к "не планируемому" облучению людей или загрязнению окружающей среды выше допустимых величин» [21].

РА и радиационный инцидент отличаются по масштабу вовлечения в ситуацию различных по численности контингентов и, соответственно, по объему и характеру мероприятий в целях минимизации их последствий.

Основные причины радиационных аварий. Основные факторы, способные привести к возникновению РА, разделяются на природные, техногенные, антропогенные (рис. 2).



Рис. 2. Факторы, приводящие к радиационным авариям.

К **природным факторам** относятся стихийные бедствия в районах размещения РОО:

- землетрясения;
- цунами;
- ураганы и др.

Техногенные факторы:

- несовершенство технологических процессов производства и эксплуатации РВ и ИИИ;
- несовершенство или износ оборудования, инженерных конструкций, систем защиты.

Антропогенные (человеческие) факторы, приводящие к авариям:

- нарушение санитарного законодательства, правил техники безопасности и производственной дисциплины, использования и (или) хранения ИИИ создающее возможность облучения персонала или отдельных лиц из населения;
- потеря или хищение РВ или радиоактивных установок;
- несоблюдение технологии производства;
- повреждение оборудования;
- повреждение или отключение блокировки установки и системы защиты;
- ошибки персонала;

- террористические акты, диверсии;
- ведение военных действий и др.

Классификации радиационных аварий. Любая РА характеризуется многими показателями:

- типом РОО;
- характером и масштабами разрушения и повреждения РОО;
- масштабами распространения;
- количеством РВ, выделившихся за пределы оборудования, внутри которого они находились в период нормальной работы объекта;
- исходными событиями;
- путями развития аварии;
- количеством пострадавших лиц;
- экономическими потерями и др.

В связи с этим существуют несколько классификаций РА.

Классификация по масштабам, границам распространения радиоактивных веществ и радиационным последствиям. В зависимости от масштабов, границ распространения РВ и радиационных последствий РА делятся на локальные, местные и общие. Последние, в свою очередь, могут быть отнесены к территориальным, региональным и глобальным (табл. 4).

Локальные аварии – радиационные последствия аварии ограничиваются пределами объекта. При этом возможно облучение персонала и загрязнение зданий и сооружений, находящихся на территории РОО, выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

Местные аварии – радиационные последствия аварии ограничиваются пределами санитарно-защитной зоны (СЗЗ). При этом возможно облучение персонала и населения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации РОО.

Территориальные аварии – радиационные последствия аварии распространяются за пределы СЗЗ РОО и ограничиваются пределами субъекта Российской Федерации, на территории которого он расположен, и включают, как правило, две и более административно-территориальные единицы субъекта. При этом возможно облучение персонала и населения нескольких административно-территориальных единиц субъекта Российской Федерации выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

Региональные аварии – радиационные последствия аварии ограничиваются пределами двух и более субъектов Российской Федерации и приводят к облучению населения и загрязнению окружающей среды выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

Если при региональной аварии количество людей, получивших дозу облучения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации, может превысить 500 человек или количество людей, у которых могут быть нарушены условия жизнедеятельности, превысит 1000 человек, или мате-

риальный ущерб от аварии превысит 5 млн минимальных размеров оплаты труда, то такая авария является **федеральной**.

Трансграничные аварии (глобальные) – радиационные последствия аварии выходят за территорию Российской Федерации либо данная авария произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации.

Таблица 4

Классификация РА в зависимости от количества пострадавших лиц и причиненного материального ущерба

Масштаб РА	Количество человек		Размеры материального ущерба (минимальных размеров оплаты труда)
	пострадавших	людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности	
Трансграничная	-	-	-
Федеральная	Более 500	Более 1000	Более 5 млн
Региональная	50–500	500–1000	0,5–5 млн
Территориальная	50–500	300–500	5 тыс. – 0,5 млн
Местная	10–50	100–300	5 тыс.
Локальная	10	100	1 тыс.

Классификация в зависимости от проектных оценок характера и масштабов радиационных последствий, повреждений и разрушений. РА в зависимости от характера и масштабов возможных радиационных последствий, повреждений и разрушений, рассматриваемых при проектировании РОО, подразделяют на проектные, проектные с наибольшими последствиями (максимальные проектные) и запроектные (гипотетические).

Под **проектными авариями** понимаются аварии, для которых в проекте РОО определены исходные и конечные события аварийных процессов и предусмотрены инженерно-технические системы безопасности, обеспечивающие ограничение последствий аварий установленными пределами. Для анализа этих аварий в проекте используют установленный соответствующими нормами и правилами запас прочности, а также порядок проведения ремонтно-восстановительных работ.

Максимальная проектная авария характеризуется наиболее тяжелыми исходными событиями, обуславливающими возникновение аварийного процесса на данном объекте. Эти события приводят к максимально возможным в рамках установленных проектных пределов радиационным последствиям.

Под **запроектными (гипотетическими) авариями** понимаются такие аварии, которые вызываются причинами, не предусмотренными (или которые не могут быть предусмотрены) проектом и для которых проектом не предусматриваются инженерно-технические меры, обеспечивающие ограничение облучения людей.

Причинами гипотетических аварий могут быть внешние воздействия, связанные со стихийными бедствиями (землетрясения, цунами), с деятельностью человека (падение на РОО самолетов, столкновения судов, взрывы, пожары, террористические акты), а также с отказами систем безопасности при отклонениях условий эксплуатации РОО от нормальных.

На стадии проектирования РОО не удастся в полной мере предусмотреть все возможные источники возникновения запроектных аварий, сценарии их развития, тяжесть последствий, построить необходимые барьеры и системы защиты. И хотя их вероятность весьма мала, практика показывает, что самые тяжелые аварии происходят по сценариям, не предусмотренным в проектах.

Классификация по последствиям радиационных аварий, не связанных с атомными электростанциями. По последствиям РА, не связанные с АЭС, делят на 5 групп:

1-я – аварии, которые не приводят к облучению персонала или отдельных лиц из населения выше пределов доз (ПД) или загрязнению производственной и окружающей среды, но создают реальную опасность переоблучения или загрязнения и требуют расследования причин их возникновения;

2-я – аварии, в результате которых персонал и лица из населения получили дозу внешнего облучения выше ПД;

3-я – аварии, при которых была загрязнена производственная или окружающая среда выше допустимых уровней (ДУ);

4-я – аварии, в результате которых персонал и лица из населения получили дозу внешнего и внутреннего облучения выше значений, предусмотренных НРБ-99/2009);

5-я – аварии, в результате которых произошло внешнее и внутреннее облучение персонала, лиц из населения и загрязнение окружающей среды.

Классификация МАГАТЭ радиационных аварий на объектах с ядерными энергетическими установками. Для оценки РА на объектах, использующих ядерные энергетические установки, в том числе исследовательские и транспортные реакторы, при перевозках свежего и облученного ядерного топлива, на объектах ядерного топливного цикла применяется Международная шкала ядерных событий (INES) [9, 19]. Она была разработана Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в 1990 г. в целях единообразия оценки чрезвычайных случаев, связанных с аварийными радиационными выбросами в окружающую среду на атомных станциях и других ядерных объектах.

Универсальная 7-балльная шкала позволяет оценивать тяжесть и опасность аварий (табл. 5). Шкала разделена на две части: нижняя охватывает уровни (1–3-и) относящиеся к инцидентам, а верхняя часть (4–7-е) соответствует авариям. События, не являющиеся важными с точки зрения безопасности, интерпретируются как события нулевого уровня.

Таблица 5

Шкала МАГАТЭ оценки тяжести и опасности аварий на АЭС (INES) [9]

Уровень аварии	Наименование	Критерий	
Аварии	7-й	Глобальная авария	Выброс в окружающую среду большей части РВ, накопленных в активной зоне, в результате, которого будут превышены ПД для запроектных аварий*. Возможны острые лучевые поражения. Длительное воздействие на здоровье населения, проживающего на большой территории (более 1 страны), и на окружающую среду
	6-й	Тяжелая авария	Выброс в окружающую среду большей части РВ, накопленных в активной зоне, в результате которого ПД для проектных аварий* будут превышены, а для запроектных – нет. Для ослабления серьезного влияния на здоровье населения необходимо введение планов мероприятий по защите работников (персонала) и населения в случае аварий в зоне радиусом 25 км, включающих эвакуацию населения
	5-й	Авария с риском для окружающей среды	Выброс в окружающую среду такого количества продуктов деления, который приводит к незначительному повышению ПД для проектных аварий** и радиационно-эквивалентному выбросу порядка сотни ТБк ¹³¹ I. Разрушение большей части активной зоны, вызванное механическим воздействием или плавлением с превышением максимального проектного предела повреждения ТВЭЛ. В некоторых случаях требуется частичное введение планов мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии (местная йодная профилактика и/или частичная эвакуация) для уменьшения влияния облучения на здоровье населения
	4-й	Авария в пределах АЭС	Выброс РВ в окружающую среду в количестве, превышающем значения для 3-го, который привел к переоблучению части персонала, но в результате которого не будут превышены ПД для населения**. Однако требуется контроль продуктов питания населения
Происшествия	3-й	Серьезное происшествие	Выброс в окружающую среду РВ выше допустимого суточного, но не превышающий 5-кратного допустимого суточного выброса газообразных летучих РВ и аэрозолей и/или ¹ / ₁₀ годового допустимого сброса со сбросными водами. Высокие уровни радиации и/или большие загрязнения поверхностей на АЭС, обусловленные отказом оборудования или ошибками эксплуатации. События, в результате которых происходит значительное переоблучение персонала (доза более 50 мЗв). При рассматриваемом выбросе не требуется принимать защитных мер за пределами площадки. Происшествия, при которых дальнейшие отказы в системах безопасности должны привести к авариям или ситуациям, при которых системы безопасности не будут способны предотвратить аварию, если произойдет исходное событие
	2-й	Происшествие средней тяжести	Отказы оборудования или отклонения от нормальной эксплуатации, которые хотя и не влияют непосредственно на безопасность станции, но способны привести к значительной переоценке мер по безопасности

Уровень аварии	Наименование	Критерий
1-й	Незначительное происшествие	Функциональные отклонения или отклонения в управлении, которые не представляют какого-либо риска, но указывают на недостатки в обеспечении безопасности. Эти отклонения могут возникнуть из-за отказа оборудования, ошибки эксплуатационного персонала или недостатков руководства по эксплуатации. (Такие события должны отличаться от отклонений без превышения пределов безопасной эксплуатации, при которых управление станцией осуществляют в соответствии с установленными требованиями. Эти отклонения, как правило, считают «ниже уровня шкалы»).
0-й	Ниже шкалы	Не влияет на безопасность.

* Под ПД для запроектных аварий принимают не превышение дозы внешнего облучения людей 0,1 Зв за 1-й год после аварии и дозы внутреннего облучения щитовидной железы у детей 0,3 Зв за счет ингаляции на расстоянии 25 км от станции, что обеспечивается при не превышении аварийного выброса в атмосферу $11,1 \cdot 10^{14}$ Бк ^{131}I и $11,1 \cdot 10^{13}$ Бк ^{137}Cs .

** При проектных авариях доза на границе СЗЗ и за ее пределами не должна превышать 0,1 Зв на все тело за 1-й год после аварии и 0,3 Зв на щитовидную железу у ребенка за счет ингаляции.

Шкала является приблизительно логарифмической. Так, ожидается, что число событий должно примерно в 10 раз уменьшаться для каждого более высокого уровня.

МАГАТЭ рекомендует оповещать страны – участницы организации в 24-часовой срок обо всех авариях выше 2-го уровня безопасности, когда имеются хотя бы незначительные выбросы радиации за пределы производственной площадки.

Критерии ядерной и РБ и терминология, используемая для их описания РА, различаются в разных странах, хотя в широком смысле они сравнимы. Международная шкала разработана МАГАТЭ с учетом этого обстоятельства, но страны-пользователи могут по их желанию вносить уточнения или пояснения в шкалу в соответствии со своей национальной практикой.

Классификация радиационных аварий на атомных электростанциях по шкале Росатома используется для классификации нарушений в работе АЭС при расследовании и учете аварийных ситуаций, выявлении причин их возникновения (табл. 6). Она подразделяет РА на 4 категории аварий и 10 типов происшествий в зависимости от количества выброшенных в окружающую среду РВ.

Среди происшествий наибольшую опасность представляют происшествия первого типа (П01), при котором, помимо неисправностей и повреждений, происходит выброс в окружающую среду РВ выше ДУ без нарушения пределов безопасной эксплуатации АЭС.

Таблица 6

Классификация событий на АЭС по шкале Росатома (фрагмент) [21]

Класс событий	Балл (уровень)	Обозначение	Последствия, обстоятельства и признаки нарушений в работе АЭС
Авария	7	A01	Выброс в окружающую среду большей части РВ, накопленных в активной зоне, в результате которого будут превышены ПД для запроектных аварий. Возможность острых лучевых поражений. Последующее влияние на здоровье населения, проживающего на большой территории с возможностью трансграничного переноса радиоактивных загрязнений. Длительное воздействие на окружающую среду
	6	A02	Выброс в окружающую среду большого количества РВ, накопленных в активной зоне, в результате которого ПД для проектных аварий будут превышены, а для запроектных – нет. Для ослабления влияния на здоровье населения необходимо введение планов мероприятий по защите персонала и населения, включающих эвакуацию
	5	A03	Выброс в окружающую среду такого количества продуктов деления, который может привести к незначительному превышению ПД для проектных аварий. В некоторых случаях требуется частичное введение планов мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии (т.е. местная йодная профилактика и/или эвакуация) для уменьшения влияния облучения на здоровье населения
	4	A04	Выброс РВ в окружающую среду в количествах, превышающих значение для происшествий категории П01, но в результате которого не будут превышены ПД для населения при проектных авариях. Возможно облучение персонала дозами (порядка 3в), вызывающими острые лучевые поражения
Происшествие	3	П01	Выброс в окружающую среду РВ без нарушений пределов безопасной эксплуатации. Загрязнение помещений и оборудования выше уровней, установленных проектом для нормальной эксплуатации, или облучение персонала дозами, превышающими ПД для персонала

9.3. Типы радиационных аварий

Типы РА чрезвычайно разнообразны и во многом определяются видом РОО. В общем, их можно разделить на аварии вызванные:

- разрушением, поломкой РОО или их отдельных технических конструкций под действием недопустимого износа, взрывов, пожаров, механических или химических воздействий, в результате которых происходит выброс РВ в окружающую среду;

- нарушением системы радиационной защиты объекта;
- самопроизвольным (неуправляемое) делением РВ;

- просчетами в технической политике, проектировании, строительстве и модернизации РОО;
- разливом растворов РВ;
- просыпанием, распылением РН, РАО и др.;
- потерей контроля над ИИИ;
- загрязнением нерадиоактивных материалов РВ.

Каждый тип РА предполагает осуществление определенного комплекса защитных, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий в отношении персонала и населения, проживающего на территории попавшей в зону радиоактивного загрязнения.

Радиационные аварии на предприятиях, добывающих уран. Предприятия, добывающие уран, включают в себя добычу урановой руды, ее переработку механическим и гидрометаллургическим способами, предприятия по подземному выщелачиванию урана.

Основными типами РА на этих предприятиях являются:

- разнос урановой руды или концентрата при транспортировке;
- разлив растворов урана при авариях на трубопроводах.

В случае РА на этих предприятиях принятия экстренных мер по защите населения и ликвидации их последствий, как правило, не требуется, а загрязнения ураном не носят катастрофического характера даже при больших масштабах выбросов из-за малой радиоактивности естественного урана.

Радиационные аварии на предприятиях по обогащению природного урана и изготовлению ядерного топлива. На предприятиях по обогащению природного урана и изготовлению ядерного топлива возможны следующие типы аварий:

- разливы растворов, содержащих уран;
- взрывы;
- пожары с возгоранием соединений, в которых содержится уран;
- самопроизвольная цепная реакция деления при проведении работ с растворами, порошками и изделиями из компактного урана.

Самопроизвольная цепная реакция деления, взрывы и пожары на различных участках технологического процесса представляют наибольшую радиационную опасность для населения, так как в результате их может происходить выброс газоаэрозольных продуктов деления урана в окружающую среду за пределы СЗЗ.

При производстве гексафторидов металлов и при получении изотопов с помощью разделительных технологий возможны аварийные выбросы веществ в воздух производственных помещений, а при крупных авариях и в атмосферу. В случае выброса в воздушную среду гексафторида урана он быстро гидролизуется с образованием аэрозолей. При этом основную опасность представляет фтористый водород, являющийся высокотоксичным продуктом, а характер поражения им определяется действием фтора, поступающего в организм перкутантным и ингаляционным путями.

Радиационные аварии на предприятиях по переработке отработанного ядерного топлива. При переработке отработанного ядерного топлива на радиохимических заводах осуществляется разделка тепловыделяющих элементов, растворение топлива, химическое выделение урана, плутония, цезия, стронция и других РН.

Основными причинами РА на этих предприятиях являются термохимические взрывы, сопровождающиеся выбросом содержимого технологического оборудования (урана и продуктов его деления), в том числе за пределы СЗЗ.

Радионуклидный состав и величина аварийного выброса существенно зависят от технологического процесса и участка радиохимического производства.

Основной вклад в формирование радиоактивного загрязнения местности в случае РА на радиохимическом производстве вносят изотопы ^{90}Sr , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cm .

Многообразие химических форм, в которых радиоактивные продукты могут попадать в окружающую среду, и наличие в выбросе высокотоксичных соединений требуют дифференцированного подхода к оценке последствий аварии на радиохимическом производстве, даже если по величине радиоактивного выброса авария не рассматривается как тяжелая

Радиационные аварии на предприятиях переработки и хранения радиоактивных отходов. Часть РАО радиохимических заводов и других производств направляется на объекты захоронения. Перед захоронением они обычно подвергаются дополнительной переработке. Задачей переработки низко- и среднеактивных отходов, характеризующихся, как правило, большими объемами, является максимально возможное уменьшение объема при помощи сорбции, коагуляции, выпаривания, прессовки и других технологических процессов с последующим включением концентрата в матрицы (цемент, битум, смолы и т.д.).

Хранение низко- и среднеактивных отходов осуществляется в бетонных емкостях с последующим захоронением в естественных и искусственных полостях. Высокоактивные отходы выдерживаются во временных хранилищах и по истечении определенного времени отправляются на захоронение. Характеристика РАО представлена в табл. 8, 9.

Таблица 8

Классификация жидких и твердых радиоактивных отходов по удельной радиоактивности [24]

Категория отходов	Удельная активность РН, кБк/кг		
	β -излучающие	α -излучающие (исключая трансурановые)	трансурановые
Низкоактивные	Менее 10^3	Менее 10^2	Менее 10^1
Среднеактивные	От 10^3 до 10^7	От 10^2 до 10^6	От 10^1 до 10^5
Высокоактивные	Более 10^7	Более 10^6	Более 10^5

Наиболее вероятной причиной РА на предприятиях переработки и хранения РАО являются термобарические взрывы с выбросом содержимого технологических аппаратов.

Таблица 9

Классификация жидких и твердых радиоактивных отходов по уровню радиоактивного загрязнения [24]

Категория отходов	Уровень радиоактивного загрязнения РН, част./(см^2 мин)		
	β -излучающие	α -излучающие (исключая трансурановые)	трансурановые
Низкоактивные	От $5 \cdot 10^2$ до 10^4	От $5 \cdot 10^1$ до 10^3	От $5 \cdot 10^1$ до 10^2
Среднеактивные	От 10^4 до 10^7	От 10^3 до 10^6	От 10^2 до 10^5
Высокоактивные	Более 10^7	Более 10^6	Более 10^5

При РА на этих предприятиях возможны радиоактивные загрязнения обширных территорий, вызывающие необходимость широкомасштабного вмешательства.

Аварийная ситуация при глубинном захоронении жидких РАО в подземные горизонты возможна при внезапном разрушении оголовка скважины, находящейся под давлением. Последствия такой аварийной ситуации проявляются, как правило, в загрязнении ограниченного участка территории в пределах СЗЗ, а также в выходе парогазовой фазы и изливе жидких РАО.

В случае размыва и растворения пород пласта-коллектора агрессивными компонентами РАО, например, кислотами, увеличивается пористость пород, что может приводить к утечке газообразных РАО. В этом случае переоблучению, как правило, подвергается персонал хранилища.

Радиационные аварии на объектах с ядерными установками

Радиационные аварии на АЭС. Величина и РН состав выбросов при РА на АЭС зависят от конструктивных особенностей ЯЭУ, комплекса защитных устройств, характера и класса аварии.

В России на АЭС установлены ЯЭУ разных типов. Все они имеют несколько уровней радиационной защиты, обеспечивающих достаточный уровень их безопасности (табл. 10).

Вероятность развития РА на АЭС существует из-за чрезвычайной сложности оборудования. При анализе безопасности ЯЭУ оценивается широкий спектр возможных аварий. Прогнозирование возможных последствий для населения и окружающей среды осуществляется, как правило, на основе наиболее неблагоприятных сценариев для запроектных аварий.

Основным источником радиоактивных загрязнений окружающей среды и облучения людей за пределами СЗЗ при запроектных авариях на АЭС являются выбрасываемые из реактора газоаэрозольные смеси. Они образуются в результате:

- выброса инертных радиоактивных газов (ИРГ) и соединений йода;
- диспергирования материалов конструкции, содержащих РН;

Таблица 10

Типы ядерных реакторов, эксплуатируемых на АЭС в СССР–России [21]

Тип реактора	Количество блоков	Атомная станция
Водно-водяные реакторы		
ВВЭР-440*	2	Нововоронежская
	4	Кольская
ВВЭР-1000	1	Нововорожская
	2	Калининская
	4	Балаковская
	1	Ростовская
Реакторы большой мощности канальные		
РБМК-1000	4	Ленинградская
	4	Курская
	3	Смоленская
Реакторы жидкометаллические на быстрых нейтронах		
БН-600	1	Белоярская
Реакторы энергетические графитовые паровые на тепловых нейтронах		
ЭГП-12	4	Билибинская

* Цифрами указана проектная электрическая мощность реактора в МВт.

- конденсации паров РВ;
- адсорбции РН на поверхности нейтральных частиц;
- осаждения продуктов распада радиоактивных газов на частицах атмосферной пыли.

В результате РА возможны также выбросы в окружающую среду, в том числе и за пределы СЗЗ, урана и продуктов его деления.

Выброс РВ в окружающую среду зависит от их агрегатного состояния (рис. 3).

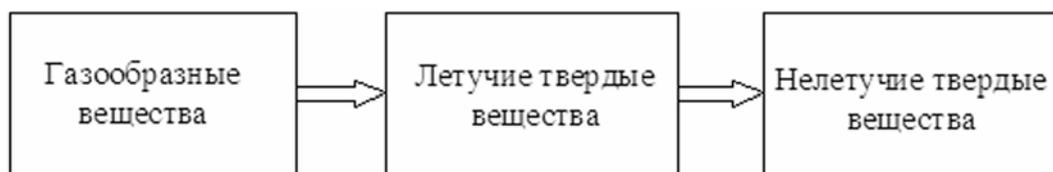


Рис. 3. Снижение количество выбросов РВ в зависимости от их агрегатного состояния.

Обобщенная оценка аварийных выбросов при максимальных проектных и запроектных авариях на АЭС с различными типами ЯЭУ приведена в табл. 11.

Наибольший вклад в облучение организма и его отдельных органов при запроектных авариях на АЭС вносят РН, приведены в табл. 12.

Таблица 11
Радионуклидный состав аварийных выбросов АЭС (%)

Класс аварии	Тип реактора	Относительный вклад в суммарный выброс			
		инертные радиоактивные газы	йод	долгоживущие аэрозоли	актиниды
Максимальная проектная авария	ВВЭР	0,99	0,01	-	-
	РБМК	0,99	0,01	-	-
	БН	0,21	0,03	0,76	-
Запроектная авария	ВВЭР	0,39	0,53	0,08	-
	РБМК	0,73	0,12	0,15	-
	БН	0,24	0,33	0,30	0,13

Таблица 12
Радионуклиды, вносящие существенный вклад в облучение организма в целом и его отдельных органов при аварии на АЭС

Внешнее облучение всего тела		Инкорпорация			
		Облучение щитовидной железы		Облучение легких и всего тела	
РН	период полураспада, сут	РН	период полураспада, сут	РН	период полураспада, сут
¹³¹ I	8,04	¹³¹ I	8,04	¹³¹ I	8,04
¹³² Te	3,258	¹³² I	0,096	¹³² I	0,096
¹³³ Xe	5,24	¹³³ I	0,867	¹³³ I	0,867
¹³³ I	0,867	¹³⁴ I	0,0365	¹³⁴ I	0,0365
¹³⁵ Xe	0,378	¹³⁵ I	0,275	¹³⁵ I	0,275
¹³⁵ I	0,275	¹³² Te	3,258	¹³⁴ Cs	752,63
¹³⁴ Cs	752,63			⁸⁸ Kr	0,118
⁸⁸ Kr	0,118			¹³⁷ Cs	10 950
¹³⁷ Cs	10 950			¹⁰⁶ Ru	368,2
				¹³² Te	3,258
				¹⁴⁴ Ce	284,3

В результате аварийного выброса при аварии ЯЭУ возможны:

- внешнее облучение от радиоактивного облака;
- внутреннее облучение за счет вдыхания радиоактивных продуктов;
- контактное облучение за счет загрязнения РВ кожных покровов;
- внешнее облучение от радиоактивно загрязненной поверхности земли, зданий, сооружений и других поверхностей;
- внутреннее облучение за счет потребления загрязненных РН продуктов питания и воды.

В зависимости от состава выброса может преобладать тот или иной из вышеперечисленных путей воздействия.

В соответствии с удельным весом в составе выбросов наиболее биологически значимых РН при авариях на ядерных реакторах в развитии ра-

диационной обстановки выделяют, как правило, 2 основных периода опасности: йодовый и цезиевый.

Йодовый период продолжается до 2 мес от момента выброса, цезиевый продолжается долгие годы. В нем, кроме внешнего облучения изотопами ^{131}J , ^{137}Cs , ^{90}Sr , тяжелых металлов (до 45 % дозы облучения за 1-й год), большая роль принадлежит внутреннему облучению, связанному с поступлением радиоактивного йода с продуктами питания, главным образом с молоком и листовыми овощами.

В цезиевый период, наступающий по прошествии 10 периодов полураспада ^{131}J , основную причину радиационного воздействия на население и окружающую среду определяет цезий. Кроме того, определенный вклад вносят изотопы плутония и стронция. На этом этапе облучение населения в основном определяется РН, загрязняющими объектами окружающей среды и поступлением их в организм человека с пищей и водой. В поздние сроки – в основном за счет употребления населением загрязненных продуктов питания. Принято считать, что 85 % суммарной прогнозируемой дозы облучения за 50 лет, следующие за аварией, население получает за счет внутреннего облучения, обусловленного потреблением продуктов питания, которые выращены на загрязненной территории, и лишь 15 % падает на дозу внешнего облучения.

Радиационные аварии на транспортных средствах с ядерными энергетическими установками. Часть современных транспортных средств – суда, летательные аппараты, спутники снабжены ЯЭУ. Поэтому на них могут возникать РА, подобные авариям на АЭС.

Аварии на корабельных (судовых) ЯЭУ. В военно-морском флоте ЯЭУ используются на:

- атомных подводных лодках;
- надводных кораблях.

ЯЭУ также используют на атомных ледоколах и некоторых других судах. С корабельными (судовыми) ЯЭУ работают на судоремонтных заводах и предприятиях судостроения при строительстве, ремонте, модернизации, выводе из эксплуатации и утилизации кораблей (судов).

В настоящее время корабли и подводные лодки оснащаются водно-водяными реакторами. Принципиальными их отличиями от реакторов АЭС являются:

- сравнительно малые размеры;
- использование в качестве топлива более обогащенного урана.

Возможной причиной РА на корабельных ЯЭУ, также как и на АЭС, является разгерметизация первого контура реактора с выбросом продуктов деления урана в помещения (отсеки) корабля и окружающую среду.

В случае аварий на кораблях и атомных подводных лодках основными факторами радиационной опасности служат ИРГ, радиоактивные продукты деления урана в теплоносителе 1-го контура реактора.

РА на предприятиях судостроения и судоремонтных заводах рассматриваются в большинстве случаев как аварии на промышленных предприятиях.

Аварии на космических аппаратах. На ряде космических аппаратов используются малогабаритные ядерные реакторы с высоким обогащением природного урана, на быстрых нейтронах, с жидкометаллическим теплоносителем, электрической мощностью в несколько МВт.

Потенциальная радиационная опасность таких аппаратов обусловлена наличием на борту:

- радиоактивных изотопов в генераторах электрической и тепловой энергии, в различных контрольно-измерительных приборах и системах;
- ядерных бортовых электроэнергетических установок;
- ядерных установок в качестве двигательных систем.

РА на космических аппаратах возможны:

- при транспортировке ЯЭУ до установки в аппарат;
- в предпусковом периоде;
- при выведении объекта на орбиту (неконтролируемом участке траектории, конечной стадии вывода на орбиту);
- возвращении в атмосферу.

Наибольшая опасность РА связана с выходом реактора в надкритическое состояние. Последствием такой аварии может быть разрушение и сгорание летательного аппарата при входе в плотные слои атмосферы, выпадение его радиоактивных остатков, в том числе высокоактивных, на значительном пространстве в десятки тысяч км².

Прогнозируемая плотность радиоактивного загрязнения в случае полетной аварии ЯЭУ средней мощности на космическом аппарате оценивается в широком диапазоне – при аварии на высоте около 40 км она может составить от 3,7 до 370 кБк/м² в зависимости от размера аэрозольных частиц.

Аварии на промышленных, экспериментальных и исследовательских ядерных реакторах. Промышленные, экспериментальные и исследовательские ядерные реакторы отличаются большим разнообразием. Типы некоторых исследовательских реакторов и их основные физико-технические характеристики представлены в табл. 13.

Наиболее тяжелые последствия РА на этих реакторах развиваются при разрушении активных зон, сопровождающихся выбросом урана и продуктов его деления за пределы СЗЗ и загрязнением окружающей среды.

Тяжесть последствий РА на этих реакторах нарастает по мере увеличения повреждений:

- оборудования первого контура с последующим истечением теплоносителя в разрыв;
- оболочек тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) в результате тепломеханических процессов в активной зоне;
- разрушения отдельных ТВЭЛов или большей части активной зоны в результате плавления топлива;

- проплавления бака или корпуса реактора и взаимодействия с бетоном.

Таблица 13

Типы некоторых исследовательских реакторов
и их физико-технические характеристики [21]

Техническая характеристика	Тип установки							
	ВК-50	СМ-2	БОР-60	ВВР	БР-10	МИР-М1	ИРТ	РБТ
Тип реактора	Корпусной					Петлевой	Бассейновый	
Замедлитель	Вода, пар	Вода	-	Вода	-	Вода		
Отражатель	-	Бериллий	-	Бериллий	-	Бериллий	Вода	
Активная зона: тип ТВЭЛа вид топлива	Стержневой UO ₂	Пластинчатый UO ₂ + Cu	Кольцевой UO ₂ , PuO ₂ UO ₂ + Al		Стержневой UO ₂ , PuO ₂	Кольцевой UO ₂ + Al	Пластинчатый UO ₂ + Cu	
Циркуляция теплоносителя на ИР: работающем, остановленном	Естеств., естеств.		Принудительная, принудительная					
Первый контур	Герметичный						Негерметичный	
Наличие гермозоны и ее объем	4500	Есть 22 500	800	Нет		Есть 2000	Нет	Есть 480
Тепловая мощность, МВт	200	100	60	18	10	100	15	20
Теплоноситель	Вода, пар	Вода	Натрий	Вода	Натрий	Вода		

Аварии с радиационными источниками. В медицине, промышленности, в научных и учебных учреждениях эксплуатируется значительное количество:

- РН-источников;
- рентгеновских установок;
- ускорителей заряженных частиц и др.

Большинство используемых РН-источников закрытые. В них РН являются мощными γ -излучателями (⁶⁰Со, ¹³⁷Сs и другие) и опасны при разрушении защитных контейнеров, в которых они находятся, или изъятии их из контейнеров без мер защиты.

В некоторых установках используются α - и β -излучатели (^{238}Pu , ^{210}Po , ^{90}Sr и другие), которые без надлежащей защиты также опасны для внешнего облучения (табл. 14, 15).

Таблица 14

Основные ИИИ медицинских учреждений, способные привести к радиационным поражениям

Объект, назначение	РН, вид излучения	Мощность дозы или активность	Облучение	Зона опасности
Отделения лучевой терапии	^{60}Co	1–10 Зв/ч	Внешнее	Помещение для проведения терапии
Аппликаторы	^{137}Cs , ^{32}P , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{192}Ir , ^{125}I , ^{226}Ra , ^{123}I , ^{131}I , $^{199\text{m}}\text{Tc}$, ^{133}Xe	≈ 10 МБк	Внешнее, внутреннее	Зона проведения терапии или ядерной медицины
Ядерная медицина		≈ 10 МБк	Внешнее, внутреннее	Хранилище, зона ядерной медицины, палаты
Рентгеновские аппараты, ускорители	Рентгеновские лучи, электроны	Менее 1 Зв/ч	Внешнее	Комнаты для проведения терапии или диагностики

Таблица 15

Основные ИИИ промышленных объектов, способные привести к радиационным поражениям

Объект, назначение	РН, вид излучения	Активность	Облучение	Зона опасности
Измерение потока, трения, износа, толщины, плотности; стерилизация	^{60}Co , ^{137}Cs , ^{192}Ir , нейтроны, ^{241}Am , ^{210}Po	Более ТБк	В основном внешнее, внутреннее	Индивидуальная опасность, комната загрязненного объекта
Люминесцентные материалы	^{147}Pr , ^3H , ^{226}Ra	До 10 ТБк	Внутреннее	Объект и прилегающая территория
Рентгеновские аппараты, стерилизаторы, ускорители	Рентгеновские, α -, β -, γ -лучи	До 10 ПБк	Внешнее	Объект
Спутники, навигационные буи, метеостанции	^{238}Pu , ^{90}Sr	Высокие активности	Внешнее, внутреннее	Большие территории, изолированные участки

Аварии и инциденты с этими ИИИ характеризуются большим разнообразием, что обусловлено их различием по назначению, конструкции, составу РН, типу и мощности излучения.

Аварии с РН-источниками могут происходить без их разгерметизации и с разгерметизацией. Характер радиационного воздействия при этом определяется видом РН-источника, пространственными и временными условиями облучения.

При аварии с ампулированным источником характерным является переоблучение ограниченного числа лиц, имевших непосредственный контакт с РН-источником. При этом преобладают лучевые поражения, обусловленные действием внешнего неоднородного по распределению дозы или местного облучения.

В табл. 16 приведена характеристика ИИИ, применяемых в народном хозяйстве, по наиболее вероятному воздействию на персонал и население.

Таблица 16

Характеристика ИИИ, применяемых в народном хозяйстве, по наиболее вероятному воздействию на персонал и население

Вид работ с ИИИ в народном хозяйстве	Возможность облучения		
	внешнее	внутреннее	внешнее + внутреннее
Эксплуатация закрытых ИИИ и различной радиационной техники			
Рентгеновская аппаратура, установки рентгеноструктурного анализа	+	-	-
Радиоизотопные приборы	+	+	+
Скважинные снаряды с РН	+	+	+
Закрытые источники для лучевой терапии	+	-	-
Переносные гамма дефектоскопические аппараты	+	+	+
Мощная радиационная техника промышленного и медицинского назначения (ускорители, гамма-установки)	+	-	-
Работа с РВ в открытом виде			
Радиоизотопная диагностика	-	+	-
Лучевая терапия с помощью открытых препаратов	+	+	+
Лаборатории, работающие с РВ по III классу работ	-	+	-
Лаборатории, работающие с РВ по I и II классу работ	+	+	+

Случаи инкорпорации РН при нарушении герметичности источника относительно редки и связаны с нарушением техники безопасности. В некоторых случаях разгерметизация РН-источников может привести к радиоактивному загрязнению значительной территории.

Наиболее часто РА с радиационными источниками связаны с утратой контроля над ними. В этом случае источник может стать доступным посторонним лицам, в том числе из населения. Особенностью аварий, связанных с утратой источников, является возможность несвоевременного установления факта аварии. Они часто носят «скрытый» характер, и факт аварии, к сожалению, устанавливается после регистрации радиационного поражения у лиц, имевших контакт с источниками.

При использовании радиоизотопных источников в промышленности и медицине периодически возникает необходимость замены источников, активность которых со временем уменьшается. Для предотвращения возможных РА замена источников («зарядка» аппаратов) должна производиться только специализированными организациями, имеющими лицензию на право проведения этих работ.

При нарушении условий обращения с источниками и их хранения возможно аварийное облучение персонала, пациентов, лиц из населения. Как правило, сценарий развития таких РА мало чем отличается от сценариев облучения людей при использовании радиоизотопных источников в промышленности.

РА в исследовательских институтах и учебных заведениях, использующих рентгеновские, α -, β -, γ -лучи, ускорители, исследовательские реакторы, генераторы нейтронов, электронные микроскопы, рентгенокристаллографы, могут приводить к внешнему и внутреннему облучению лиц, использующих эти источники, а также загрязнению территорий самих объектов и территорий, прилегающих к ним. Максимальный размер зоны радиоактивного загрязнения при тяжелых авариях на таких объектах может достигать нескольких квадратных километров.

Радиационные аварии при перевозке радиоактивных грузов и радиоактивных материалов. Основными причинами РА при перевозке радиоактивных грузов и радиоактивных материалов наземным, водным и воздушным транспортом (транспортные РА) являются:

- нарушение целостности упаковки радиоактивного груза;
- потеря ИИИ;
- несоблюдение правил транспортировки опасных грузов;
- несанкционированный провоз радиоактивных материалов.

Опасность возникновения РА существует на следующих этапах перевозки:

- подготовки;
- загрузки (перегрузки);
- транспортировки;
- выгрузки;
- временного (транзитного) хранения.

Характер и последствия таких аварий зависят от:

- вида и объема перевозимых грузов;
- этапа перевозки;
- вида транспортного средства;
- вида упаковки (транспортного контейнера).

В зависимости от вида перевозимых ИИИ их подразделяют на:

- радиоактивные грузы с повышенной радиоактивностью;
- грузы, нормируемые по радиационному фактору;
- изделия и оборудование, содержащие в своем составе РН;
- генерирующие ИИИ.

К радиационным грузам с повышенной радиоактивностью относятся грузы, заявленные как таковые, или если их содержимое (часть содержимого) подпадает под действие Приложения П-4 НРБ-99/2009 [10], или удельная активность которых превышает 70 кБк/кг [20]. Такими грузами являются:

- радиоактивное сырье (руды урана, тория и их концентраты);
- исходное ядерное топливо, содержащее ^{233}U , ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Pu ;
- отработанное ядерное топливо, содержащее, кроме указанных изотопов, большое количество продуктов деления;
- грузы с изотопной продукцией;
- РАО.

Согласно классификации опасных грузов [3], грузы с повышенной радиоактивностью относятся к VII классу (табл. 17).

Таблица 17

Классификация опасных грузов VII класса [3, 20]

Категория	Наименование категории	Классификационный шифр
1-я	Радиоактивные материалы, перевозимые по особому соглашению (делящиеся ядерные)	7111-7114
2-я	Радиоактивные материалы с низкой удельной активностью, перевозимые только на условиях исключительного использования	7121-7124
3-я	Радиоактивные материалы с низкой активностью	7131-7134
4-я	Радиоактивные материалы пирроформные	7141-7144
5-я	Радиоактивные материалы окисляющие	7151-7154
6-я	Объекты с поверхностным радиоактивным загрязнением	7161-7164
7-я	Радиоактивные источники излучения (изотопы)	7171-7174
8-я	Радиоактивные материалы едкие (коррозионные)	7181-7184
9-я	Радиоактивные материалы, на которые распространяются некоторые исключения из «Правил перевозок ...»	7191-7194

При перевозке грузов VII класса опасности они помещаются в специальные транспортные упаковочные комплекты и транспортируются специальными автомобилями, железнодорожным, авиа- или водным транспортом.

По степени тяжести последствий транспортные РА делятся на аварии, при которых:

- упаковочный комплект не получил видимых повреждений или имеет незначительные повреждения, связанные с нарушением креплений;
- упаковочный комплект получил значительные механические повреждения или попал в очаг пожара, но выход РВ не превышает пределов, установленных нормативными документами;

- упаковки полностью разрушены механическим, тепловым или иным воздействием, и выход РВ превышает регламентированные пределы и неконтролируем.

Наибольшую вероятность возникновения и значительные радиационные последствия имеют аварии при транспортировании ядерных материалов, прежде всего, гексафторида урана и отработанного ядерного топлива водородных ядерных реакторов. Уровни активности перевозимого топлива могут достигать нескольких десятков ПБк. При этом наиболее опасно попадание контейнеров с этими ядерными материалами в зону пожара. При таких авариях возможно внешнее и внутреннее облучение людей, а размер зоны загрязнения может достигать нескольких квадратных километров.

Транспортные РА при перевозке радиоактивных грузов, как правило, не являются источником серьезного переоблучения людей. Однако количество таких перевозок за последние годы существенно выросло. Так, только в США каждый год перевозится свыше 2,5 млн упаковок радиоактивных материалов.

При транспортировке радиофармацевтической продукции источниками радиации являются ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{133}Xe и другие РН с активностью до нескольких десятков ТБк.

При авариях транспортных средств, перевозящих радиоактивные грузы, возможно внешнее и внутреннее облучение, а также действие ИИИ совместно с механическими, химическими и другими травматическими факторами, которые по своей значимости в аварии могут превышать действие ИИИ. Наиболее вероятным размером зоны загрязнения являются сами транспортные средства, станции, дороги.

РА при перевозке генерирующих ИИИ может возникнуть только при хищении источника и последующего несанкционированного его использования.

Радиационные аварии с ядерным оружием. РА с ядерным оружием могут возникнуть на различных этапах его войсковой эксплуатации включая:

- стационарное хранение;
- регламентные работы;
- транспортировку;
- нахождение ядерного оружия в составе носителя на боевом дежурстве.

Основными типами таких аварий могут быть:

- механическое или взрывное разрушение;
- пожар.

Аварии с ядерным оружием могут возникать в результате:

- ошибочных действий персонала;
- стихийных природных бедствий;
- аварий с транспортным средством;
- диверсионных актов и т.п.

При РА с ядерным оружием основную опасность представляют диспергированные изотопы ^{239}Pu и ^{241}Am , при вдыхании которых развивается внутреннее облучение. Диссеминированные частицы ядерного топлива могут вызывать внешнее облучение. В случае аварии с дополнительным энерговыделением за счет реакции деления следует ожидать дополнительного воздействия радиационных факторов, характерных для продуктов деления. При пожаре также возможно выделение окиси трития.

Порядок ликвидации аварий с ядерным оружием и их последствий определяются ведомственными документами Минобороны России, Росатома и МЧС России.

Радиационные аварии на территориях и водоемах, загрязненных радионуклидами. Территории и водоемы, загрязненные РН в результате имевших место РА, ядерных взрывов в мирных целях, производственной деятельности предприятий ЯТЦ, представляют радиационную опасность в связи с возможным разносом радиоактивных загрязнений и облучением населения, проживающего на загрязненных территориях, как за счет внешнего, так и внутреннего облучения, обусловленного употреблением загрязненных продуктов питания (овощей, фруктов, ягод, грибов, мяса, рыбы, молока) и попаданием радиоактивных аэрозолей через дыхательные пути.

9.4. Фазы радиационных аварий

При возникновении РА основными задачами защиты населения и персонала являются:

- сведение к минимуму негативных последствий аварии и, прежде всего, предотвращение детерминированных эффектов и минимизация стохастических;
- выявление источника радиоактивного загрязнения, определение уровней и границ загрязнения;
- устранение причин РА – локализация источника загрязнения, прекращение выбросов РВ;
- проведение необходимого объема санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий;
- восстановление условий нормальной жизнедеятельности на территории, загрязненной при РА.

Решение каждой из этих задач должно проводиться на основании анализа путей и факторов радиационного воздействия в различные временные периоды развития аварийной ситуации, поэтому при организации мероприятий направленных на ликвидацию РА и их последствий, оказания медицинской помощи населению выделяют 3 последовательные временные фазы (стадии) РА:

- раннюю (начальную);

- промежуточную (среднюю);
- позднюю (восстановительную).

Ранней фазой является период, продолжающийся от начала аварии до момента прекращения выброса РВ в атмосферу и окончания формирования радиоактивного следа на местности.

Продолжительность этой фазы в зависимости от характера и масштаба аварии может длиться от нескольких часов до нескольких суток. В некоторых случаях раннюю фазу целесообразно подразделять на период до начала выброса (но когда уже признана потенциальная возможность облучения за пределами площадки) и период, в который происходит большая часть выброса.

На ранней фазе доза внешнего облучения формируется в основном за счет γ - и β -излучения РВ, содержащихся в радиоактивном облаке. Возможно также контактное облучение за счет излучения РН, осевших на кожу и слизистые оболочки. Внутреннее облучение обусловлено ингаляционным поступлением радиоактивных продуктов из облака в организм человека.

Во время этой фазы необходимо проводить измерения мощности дозы в СЗЗ и концентрации некоторых РН в атмосферном воздухе. Вследствие изменений мощности и продолжительности выброса, направления ветра и наличия других параметров, эти измерения имеют ограниченную ценность для расчета прогнозируемых доз. В то же время результаты этих измерений могут лечь в основу принятия решений по экстренным мерам радиационной защиты.

Промежуточная фаза аварии начинается от завершения формирования радиоактивного следа и продолжается до принятия всех основных необходимых мер защиты населения, проведения необходимого объема санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий. В зависимости от характера и масштаба аварии длительность промежуточной фазы может быть от нескольких дней до 1 года после возникновения аварии.

В промежуточной фазе прямое облучение от облака выброса отсутствует. Источником внешнего облучения являются РВ, осевшие из облака на поверхность земли, зданий, сооружений и т.п., и сформировавшие радиоактивный след. Внутрь организма РВ поступают в основном пероральным путем при употреблении загрязненных продуктов, воды и ингаляционным при вдыхании загрязненных, мелкодисперсных частиц почвы, пыльцы растений и т.п., поднятых в воздух в результате вторичного ветрового переноса.

Поздняя (восстановительная) фаза может продолжаться многие годы после аварии в зависимости от характера и масштабов радиоактивного загрязнения. Существенным фактором радиационной опасности для населения на этой фазе является внутреннее облучение долгоживущими РН цезия, стронция, урана, плутония.

Во время этой фазы данные, полученные на основании мониторинга окружающей среды, могут быть использованы для принятия решений о возвращении к нормальным жизненным условиям путем одновременной или последовательной отмены различных защитных мер, предпринятых во время первых двух фаз аварии. Например, определенные ограничения, распространяющиеся на сельскохозяйственную продукцию, использование отдельных площадей или зданий, потребление некоторых пищевых продуктов из районов, подвергшихся воздействию выброса, могут потребоваться в течение долгого времени. Фаза заканчивается одновременно с отменой всех ограничений на жизнедеятельность населения загрязненной территории и переходом к обычному санитарно-дозиметрическому контролю радиационной обстановки, характерной для условий «контролируемого облучения». На поздней фазе источник внешнего и внутреннего облучения тот же, что и на промежуточной фазе.

9.5. Мероприятия по предупреждению радиационных аварий

Необходимым условием профилактики РА является соблюдение полного комплекса мер радиационной безопасности (РБ), предусмотренных для данного РОО. Комплекс мер по профилактике РА включает:

- организационные;
- радиационно-гигиенические;
- общегигиенические;
- лечебно-профилактические мероприятия.

Требования к проектированию и размещению радиационноопасных объектов. РБ РОО начинается на этапах:

- выбора площадки (помещения), пригодной под размещение объекта;
- установления размеров СЗЗ для объектов I и II категории потенциальной опасности, а для I категории и зоны наблюдения;
- разработки проекта РОО с детальной проработкой вопросов обеспечения системы радиационной защиты;
- обеспечения надлежащего качества строительства РОО с соблюдением всех требований к качеству строительных материалов и технологических регламентов;
- разработки и диагностики систем и оборудования, обеспечивающих контроль РБ на объекте.

В проектной документации каждого РОО должны быть определены типы аварий, возникновение которых возможно вследствие неисправности оборудования, неправильных действий персонала, стихийных бедствий или иных причин, которые могут привести к потере контроля над ИИИ и облучению людей и (или) радиоактивному загрязнению окружающей среды.

Перечень возможных аварий для конкретных условий работы с ИИИ согласовывается с органами Роспотребнадзора [2].

Количество уровней физической защиты и полнота их реализации устанавливаются и обосновываются в проекте для каждого конкретного объекта в зависимости от его потенциальной опасности для персонала, населения, окружающей среды. Все технические решения и организационные меры, влияющие на РБ объекта, должны приниматься с учетом опыта эксплуатации их прототипов, научных достижений, результатов испытаний.

В проектной документации РОО I–II категорий потенциальной опасности должен быть раздел «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций», включающий номенклатуру, объем и места хранения СИЗ, медикаментов, аварийного запаса радиометрических и дозиметрических приборов, средств дезактивации и санитарной обработки, инструментов и инвентаря, необходимых для проведения неотложных работ по ликвидации последствий РА.

Более подробно требования землеотвода, проектирования и организации работ в штатном режиме эксплуатации РОО изложены в соответствующих нормативно-технических документах и данном учебном пособии не рассматриваются.

Режим повседневной деятельности радиационноопасных объектов по предотвращению радиационных аварий. В условиях повседневной деятельности РОО эксплуатирующая организация для предотвращения РА должна обеспечивать:

- эксплуатацию объекта в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, технологических регламентов и инструкций по эксплуатации;
- поддержание в исправном состоянии систем и элементов, важных для безопасности РОО, путем своевременного выявления дефектов и принятия профилактических мер, замены выработавшего ресурс оборудования. Все выявленные дефекты и меры по их устранению (ремонту) должны документироваться в соответствующих журналах;
- администрация радиационных объектов I–II категорий обязана разработать, утвердить и согласовать с органами местного самоуправления, органами МЧС России, Роспотребнадзора, Росатома, Ростехнадзора план мероприятий РБ по защите персонала и населения на случай возникновения РА;
- на всех РОО должна быть разработана «Инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях»;
- подбор и обеспечение необходимого уровня квалификации персонала для работы на объектах в штатном режиме и действий при его нарушении, в том числе при авариях;
- приобретение и поддержание в надлежащем порядке необходимого количества средств коллективной и индивидуальной защиты, аптечек со

стандартным набором средств для профилактики радиационных поражений и оказания первой помощи при РА (табл. 18)

- на объектах, проводящих работы с открытыми ИИИ, восполнимый запас средств санитарной обработки лиц, подвергшихся загрязнению;
- исправную работу системы экстренного оповещения о возникновении РА.

Таблица 18

Перечень лекарственных средств в составе аптечки индивидуальной, предназначенных для профилактики радиационных поражений и оказания первой помощи при РА

Наименование	Форма	Количество
Препарат Б-190 – 0,15 г (средство экстренной медицинской помощи от внешнего радиационного воздействия)	Таблетка	6
Латран – 0,004 г (средство для борьбы с основными проявлениями при внешнем радиационном воздействии)	Таблетка	4
Йодид калия – 0,125 г (средство профилактики накопления радиоактивных изотопов йода в щитовидной железе)	Таблетка	4
Ферроцин – 0,05 г (средство профилактики накопления радиоизотопов цезия и ускорения их выведения)	Таблетка	2
Препарат «Защита» – 50 г (дезактивирующее средство, предназначенное для удаления РН с кожных покровов)	Упаковка	1

План мероприятий РБ по защите персонала и населения на случай возникновения РА должен содержать следующие основные разделы:

- прогноз возможных аварий на РОО с учетом вероятных причин, типов и сценариев развития аварии, а также прогнозируемой радиационной обстановки при авариях разного типа;
- критерии для принятия решений о проведении защитных мероприятий;
- перечень организаций, с которыми осуществляется взаимодействие при ликвидации аварии и ее последствий;
- организация аварийного радиационного контроля;
- оценка характера и размеров РА;
- порядок введения аварийного плана в действие;
- порядок оповещения и информирования;
- поведение персонала при аварии;
- обязанности должностных лиц при проведении аварийных работ;
- меры защиты персонала при проведении аварийных работ;
- противопожарные мероприятия;
- мероприятия по защите населения и окружающей среды;
- оказание медицинской помощи пострадавшим;
- меры по локализации и ликвидации очагов (участков) радиоактивного загрязнения;
- подготовка и тренировка персонала к действиям в случае аварии.

Планирование и реализация мероприятий, направленных на предупреждение РА в режиме повседневной деятельности (при нормальной радиаци-

онной обстановке) РОО, организациями и учреждениями Роспотребнадзора осуществляется в соответствии с общими требованиями РБ и специфической обслуживаемых РОО.

При этом мероприятия должны включать:

- сбор информации и постоянное пополнение банка данных о РОО (их назначении, основных радиационных характеристиках, создающих потенциальную опасность для населения и окружающей среды, местах размещения и ведомственной подчиненности);

- сбор, обработку и обмен в установленном порядке информацией в области защиты населения и территорий при РА;

- изучение состояния окружающей среды (проведение радиационного и дозиметрического контроля на РОО и прилегающих к ним территориях);

- оценку риска РА;

- разработку и реализацию целевых программ и мер по предупреждению РА;

- подготовку органов управления, сил и средств к действиям при чрезвычайных ситуациях радиационного характера;

- создание и восполнение материальных ресурсов для ликвидации последствий РА;

- пропаганду знаний и организацию обучения населения в области РБ способам защиты и действиям при чрезвычайных ситуациях;

- планирование действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

- проведение мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, а также жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях радиационного характера.

Наблюдение и контроль за обстановкой на РОО и в СЗЗ вокруг них осуществляется группой радиационного контроля самого предприятия или организацией, имеющей лицензию на право проведение таких работ, а за пределами СЗЗ – территориальными учреждениями Роспотребнадзора с помощью сети наблюдения и лабораторного контроля соответствующих ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии».

Оценка риска проводится для возможных характерных для каждого РОО аварий.

Совершенствование подготовки органов управления, сил и средств к действиям при чрезвычайных ситуациях радиационного характера осуществляется, главным образом, путем проведения периодических тренировок и специальных учений. Обучение населения организуется в единой системе подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, созданной и функционирующей в России.

Расчет сил, средств и резервов материальных ресурсов, необходимых для ликвидации последствий РА, планирование действий (взаимодействия)

по ликвидации этих последствий осуществляется для случая возникновения запроектной аварии, характерной для конкретного РОО.

Режим повышенной готовности. При ухудшении радиационной обстановки, получении прогноза о возможности возникновения чрезвычайных ситуаций радиационного характера усиливаются меры РБ на РОО, а также специализированными организациями и учреждениями Роспотребнадзора.

Основными мероприятиями по предупреждению РА и уменьшению масштабов их последствий в режиме повышенной готовности со стороны эксплуатирующей организации являются:

- выявление отклонений от нормальной эксплуатации и принятие оперативных мер по устранению причин этих отклонений;
- управление РОО при эксплуатации с отклонениями;
- усиление контроля за радиационной обстановкой на объекте;
- уточнение планов действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации РА на объекте;
- проверка готовности средств коллективной (убежищ и противорадиационных укрытий) и индивидуальной защиты персонала.

В этот период со стороны учреждений Роспотребнадзора проводится:

- организация работы дежурной службы;
- введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов и учреждений Роспотребнадзора;
- усиление наблюдения и контроля за обстановкой на объекте, где прогнозируется РА, и состоянием окружающей среды;
- прогнозирование возможного масштаба РА;
- формирование, при необходимости, оперативных групп для выявления причин ухудшения радиационной обстановки, выработки предложений по ее нормализации;
- уточнение планов действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации РА;
- принятие мер по защите населения (оповещению; инженерной, радиационной и медицинской защите; эвакуации) и окружающей среды, информирование населения о приемах и способах защиты при РА.
- приведение в состояние готовности сил и средств, уточнение планов их действий и выдвижение, при необходимости, в предполагаемый район РА;
- восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов, созданных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- проведение при необходимости эвакуационных мероприятий.

Усиление контроля за РОО и окружающей средой заключается в увеличении частоты измерений γ -фона территории и объектов, взятия на исследования проб воздуха, почвы, воды.

Решение о сроках и форме оповещения населения об угрозе РА принимается в зависимости от возможных масштабов ее последствий соответствующими

щей комиссией по чрезвычайным ситуациям (КЧС). При принятии решения учитывается степень потенциальной опасности возможной аварии, а также оперативность и эффективность мер, которые могут быть приняты (или уже приняты) для ее предотвращения и уменьшения возможных масштабов.

Меры инженерной защиты населения, проживающего вблизи РОО (для АЭС в пределах 30 км), осуществляемые в режиме повышенной готовности, включают подготовку защитных сооружений (убежищ и противорадиационных укрытий) для укрытия людей (проверка состояния сооружений, их освобождение от излишнего имущества, ремонт оборудования, дооснабжение средствами жизнеобеспечения).

Меры радиационной защиты предусматривают:

- подготовку СИЗ для экстренной выдачи населению в случае необходимости;
- подготовку объектов коммунально-бытового обслуживания и транспортных предприятий для проведения специальной обработки одежды, имущества и транспорта;
- заблаговременную защиту продовольствия, пищевого сырья, фуража и источников (запасов) воды от загрязнения радионуклидами.

Меры медицинской защиты населения при угрозе возникновения РА содержат:

- подготовку больничной базы к приему пострадавших вследствие РА;
- подготовку медицинских учреждений к экстренной выдаче медицинских СИЗ;
- организацию йодной профилактики;
- контроль загрязненных продуктов питания, пищевого сырья, фуража, воды и водоисточников.

В целях обеспечения своевременной эвакуации населения при возникновении РА осуществляются уточнение планов эвакуации, подготовка к разворачиванию эвакуационных органов, готовности, при необходимости, транспортных предприятий к проведению эвакуации населения.

Оформление допуска спасателей к работе в условиях планируемого повышенного облучения. На этапе повседневной деятельности РОО на них создаются аварийно-спасательные бригады. В случае возникновения РА, помимо основных участников аварийно-спасательных бригад, к ликвидации аварий может привлекаться остальная персонал РОО, а также лица, которые в повседневной деятельности не имеют контакта с ИИИ (спасатели МЧС России, пожарные, медицинские работники, военнослужащие, сотрудники МВД и др.). Все они в этом случае приравниваются к персоналу группы А – лицам, работающим с ИИИ, и на них распространяются нормы планируемого повышенного облучения и правила направления на участие в ЛПА в соответствии с действующим законодательством.

К проведению работ по ликвидации РА и их последствий, при их добровольном письменном согласии привлекаются мужчины старше 30 лет, не

имеющие медицинских противопоказаний, при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Женщины могут быть допущены к участию в аварийных работах лишь в исключительных случаях.

Все спасатели и лица, привлекаемые к ликвидации РА, как и персонал группы А, должны проходить предварительный медицинский осмотр и ежегодное медицинское освидетельствование в соответствии с приказами Минздравсоцразвития от 10.08.2004 г. № 83 «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядке проведения этих осмотров (обследований)» и Минздравмедпрома РФ от 14.03.1996 г. № 90 «О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии» [14, 21]. Медицинские противопоказания к работе с ИИИ приведены в табл. 19.

Таблица 19

Технические характеристики некоторых видов индивидуальных дозиметров

Основная характеристика	КИД-6	КИД-7	КИД-РФЛ	ТЛД-01
Диапазон измерений	5 мР–500 Р	0,1–5000 рад	0,01–5000 рад	0,05–2000 мЗв
Энергетический диапазон, МэВ	0,3–1,25	0,1–1,3	0,06–10,0	0,015–3,0
Основная погрешность измерения, %	± 10–15	± (30 + 17/Д)	± (15 + 15/Е · 4 Д)	± 10
Дополнительная погрешность, %	± 20	± 20	-	± 15
Сохранность дозы	Д 2 – 24 ч Д500 – 48 ч	140 ч (25 %)	Флюенс отсутствует	Флюенс отсутствует
Время установления показаний регистратора	15 мин	2 ч	30 мин	30 мин
Время измерения (снятия показаний)	Менее 10 с	Менее 5 мин	Менее 20 с (2 с – авар.)	2 мин
Погрешность за счет анизотропии, %	± 20–50	± 10–100	-	Менее 15
Радиационная помехоустойчивость к излучению	До 1,24 · 10 ⁶ част./с с 1 см ² на расстоянии 0,3 м	-	Меньше в 10 раз по сравнению с аналогами	-

В начале календарного года из числа лиц, входящих в аварийно-спасательные и другие специальные формирования, создаются группы спасателей для ликвидации последствий РА, соответствующие указанным требо-

ваниям. Списки утверждаются на уровне руководства соответствующего регионального центра МЧС России.

9.6. Критерии вмешательства при радиационных авариях

При ликвидации РА и их последствий необходимо учитывать, что проведение защитных мероприятий может приводить к нарушению нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории, т.е. носят характер вмешательства, и могут повлечь за собой неблагоприятное воздействие на психическое и физическое здоровье населения, на состояния экосистем, привести к экономическому ущербу.

Поэтому при принятии решений о характере и объеме вмешательства (защитных мероприятий) следует учитывать, что:

- предлагаемое вмешательство должно принести обществу и, прежде всего, облучаемым лицам больше пользы, чем вреда, т.е. уменьшение ущерба в результате снижения дозы должно быть достаточным, чтобы оправдать вред и стоимость вмешательства, включая его социальную стоимость (принцип обоснования вмешательства);

- форма, масштаб и длительность вмешательства должны быть оптимизированы таким образом, чтобы чистая польза от снижения дозы, т.е. польза от снижения радиационного ущерба за вычетом ущерба, связанного с вмешательством, была бы максимальной (принцип оптимизации вмешательства).

Критерии вмешательства на территориях, загрязненных радиационной аварией и установление режимных зон в районе аварии. На разных стадиях РА вмешательство регулируется зонированием загрязненных территорий, основанным на величине годовой эффективной дозы, которая может быть получена жителями в отсутствие мер радиационной защиты. Под годовой дозой здесь понимается эффективная доза, средняя у жителей населенного пункта за текущий год, обусловленная искусственными РН, поступившими в окружающую среду в результате аварии.

На территории, где годовая эффективная доза *не превышает* 1 мЗв, производится обычный контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, по результатам которого оценивается доза облучения населения. Проживание и хозяйственная деятельность населения на этой территории по радиационному фактору не ограничивается. Эта территория не относится к зонам радиоактивного загрязнения.

При величине годовой дозы более 1 мЗв загрязненные территории по характеру необходимого контроля обстановки и защитных мероприятий подразделяются на зоны.

Критерии вмешательства при обнаружении локальных радиоактивных загрязнений. При обнаружении локальных радиоактивных загрязнений используются следующие критерии вмешательства:

Уровень исследования (от 0,01 до 0,3 мЗв/год) – такой уровень радиационного воздействия источника на население, при достижении которого требуется выполнить исследование источника с целью уточнения оценки величины годовой эффективной дозы и определения величины дозы, ожидаемой за 70 лет.

Уровень вмешательства (более 0,3 мЗв/год) – уровень радиационного воздействия, при превышении которого требуется проведение защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения. Масштабы и характер мероприятий определяются с учетом интенсивности радиационного воздействия на население по величине ожидаемой коллективной эффективной дозы за 70 лет.

Решение о необходимости, характере, объеме и очередности защитных мероприятий органы Роспотребнадзора принимают с учетом:

- местонахождения загрязненных участков;
- жилой зоны (дворовые участки, дороги и подъездные пути, жилые здания, сельскохозяйственные угодья, садовые и приусадебные участки и пр.);
- промышленной зоны (территория предприятия, здания промышленного и административного назначения, места для сбора отходов и пр.);
- площади загрязненных участков;
- возможного проведения на участке загрязнения работ, действий (процессов), которые могут привести к увеличению уровня радиационного воздействия на население;
- мощности дозы γ -излучения, обусловленной радиоактивным загрязнением;
- изменения мощности дозы γ -излучения на различной глубине от поверхности почвы (при загрязнении территории).

Решения по программе ликвидации локального загрязнения могут приниматься на основе временных критериев, представленных в табл. 20.

Данные критерии не распространяются на материалы, в которых присутствуют РН трансуранового ряда. При наличии в грунте и материалах РН радия, тория решения принимают по их удельной активности. Если в промышленных отходах наряду с РН содержатся токсичные продукты, то порядок их обезвреживания определяется действующими санитарными правилами для токсичных отходов.

Дезактивационные работы на территории проводятся до тех пор, пока мощность экспозиционной дозы γ -излучения не будет соответствовать принятым Минздравом РФ величинам.

Критерии вмешательства при радиационных авариях при транспортировке радиоактивных веществ и радиоактивных отходов. При транспортировке РВ и РАО критериями вмешательства служат:

- превышение величины МЭД, указанной в документах на транспортировку данной категории груза или несоответствие маркировки транспортных контейнеров;
- просыпание, розлив радиоактивных материалов, наличие поверхностного загрязнения транспортного средства выше допустимых уровней;
- несанкционированная транспортировка радиоактивных материалов или грузов, нормируемых по радиационному фактору без разрешительных документов – «Санитарно-эпидемиологического заключения», выданного учреждениями Роспотребнадзора, и др.

Таблица 20

Временные критерии по принятию решений при обращении с почвами, твердыми строительными, промышленными и другими отходами, содержащими γ -излучающие искусственные РН

Объект исследования	Мера вмешательства	Обращение с отходами
Загрязнение почвы, строительные, промышленные и другие отходы с мощностью экспозиционной дозы (МЭД)*		
МЭД от 10 до 30 мкР/ч	Тщательное дозиметрическое исследование территории. При отсутствии участков с МЭД, выше указанной в п. 1, никаких мер вмешательства не требуется	-
МЭД от 30 до 100 мкР/ч	Дезактивационные работы. Уровень МЭД после работ не должен превышать величин, указанных в п. 1	Загрязненные материалы используют для засыпки ям, оврагов, строительства дорог вне населенных пунктов с последующей рекультивацией этих мест. МЭД после рекультивации не должна превышать величин, указанных в п. 1
МЭД от 100 до 300 мкР/ч	То же	
МЭД более 300 мкР/ч	Проводятся дезактивационные работы. Уровень МЭД после работ не должен превышать величин, указанных в п. 1	Загрязненные материалы вывозят на полигоны промышленных и бытовых отходов с выделением для их размещения участков или организации специально отведенных мест с последующей рекультивацией. Образовавшиеся РАО вывозятся на специализированные пункты захоронения РАО согласно правилам по обращению с ними

* Во всех случаях приведены уровни МЭД над естественным фоном, присущим данной местности. МЭД измеряют на расстоянии 10 см от поверхности измеряемого объекта.

Критерии вмешательства при радиационных авариях на объектах атомной энергетики и промышленности. При проведении противорадиационных вмешательств при РА на объектах атомной энергетики и промышленности пределы доз, принятые НРБ-99/2009 (см. табл. 1), не применяются. Исходя из принципов обоснования и оптимизации вмешательства, при планировании защитных мероприятий на случай РА Территориальными органами Роспотребнадзора устанавливаются уровни вмешательства (дозы и мощности доз облучения, уровни радиоактивного загрязнения) применительно к конкретному радиационному объекту и условиям его размещения с учетом вероятных типов аварии, сценариев развития аварийной ситуации и складывающейся радиационной обстановки.

В НРБ-99/2009 даны критерии вмешательства, основанные на предполагаемых дозах облучения (табл. 21–25) [10].

Таблица 21

Прогнозируемые уровни облучения, при которых необходимо срочное вмешательство

Орган или ткань	Поглощенная доза в органе или ткани за 2 сут, Гр
Все тело	1
Легкие	6
Кожа	3
Щитовидная железа	5
Хрусталик глаза	2
Гонады	3
Плод	0,1

Таблица 22

Уровни вмешательства при хроническом облучении

Орган или ткань	Годовая поглощенная доза, Гр
Гонады	0,2
Хрусталик глаза	0,1
Красный костный мозг	0,4

Если предполагаемая поглощенная доза облучения за короткий срок (длительностью не более 2 сут) достигает уровней, при превышении которых возможны клинически определяемые детерминированные эффекты, приводящие к стойкой потере человеком трудоспособности (к инвалидности) или к его гибели в течение короткого промежутка времени (см. табл. 21), необходимо срочное вмешательство (меры защиты).

При хроническом облучении в течение жизни защитные мероприятия становятся обязательными, если годовые поглощенные дозы превышают

значения (см. табл. 22). Превышение этих доз приводит к серьезным детерминированным эффектам.

Уровни вмешательства для временного отселения населения составляют для начала временного отселения 30 мЗв/мес, для окончания временного отселения – 10 мЗв/мес. Если прогнозируется, что накопленная за один месяц доза будет находиться выше указанных уровней в течение года, следует решать вопрос об отселении населения на постоянное место жительства.

Принятие решений о мерах защиты населения в случае крупной радиационной аварии с радиоактивным загрязнением территории проводится на основании сравнения прогнозируемой дозы, предотвращаемой защитным мероприятием, и уровней загрязнения с уровнями А и Б, приведенными в табл. 23–25.

Таблица 23

Критерии для принятия неотложных решений в начальном периоде РА

Мера защиты	Предотвращаемая доза за первые 10 сут, мГр			
	на все тело		щитовидная железа, легкие, кожа	
	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б
Укрытие	5	50	50	500
Йодная профилактика:				
• взрослые	-	-	250*	2500*
• дети	-	-	100*	1000*
Эвакуация	50	500	500	5000

* Только для щитовидной железы.

Таблица 24

Критерии для принятия решений об отселении и ограничении потребления загрязненных пищевых продуктов

Мера защиты	Предотвращаемая эффективная доза, мЗв	
	уровень А	уровень Б
Ограничение потребления загрязненных продуктов питания и питьевой воды	5 за первый год 1/год в последующие годы	50 за первый год 10/год в последующие годы
Отселение	50 за первый год 1000 за все время отселения	500 за первый год

Если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, не превосходит уровень А, нет необходимости в выполнении мер защиты, связанных с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, а также хозяйственного и социального функционирования территории.

Таблица 25

Критерии для принятия решений об ограничении потребления загрязненных продуктов питания в первый год после возникновения аварии

Радионуклид	Удельная активность радионуклида в пищевых продуктах, кБк/кг	
	уровень А	уровень Б
^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs	1	10
^{90}Sr	0,1	1,0
^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Am	0,01	0,1

Если предотвращаемое защитным мероприятием облучение превосходит уровень А, но не достигает уровня Б, решение о выполнении мер защиты принимается по принципам обоснования и оптимизации с учетом конкретной обстановки и местных условий.

Если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, достигает и превосходит уровень Б, необходимо выполнение соответствующих мер защиты, даже если они связаны с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории.

На поздней стадии (восстановления) РА, повлекшей за собой загрязнение обширных территорий долгоживущими РН, решения о защитных мероприятиях принимаются на основании зонирования с учетом сложившейся радиационной обстановки и конкретных социально-экономических условий [10].

Зона радиационного контроля – от 1 до 5 мЗв, помимо мониторинга радиоактивности объектов окружающей среды, сельскохозяйственной продукции и доз внешнего и внутреннего облучения критических групп населения, осуществляются необходимые активные меры по снижению доз на основе принципа оптимизации по защите населения.

Зона ограниченного проживания населения – от 5 до 20 мЗв, где предпринимаются те же меры мониторинга и защиты населения, что и в зоне радиационного контроля. Добровольный въезд на указанную территорию для постоянного проживания не ограничен. Лицам, въезжающим на указанную территорию для постоянного проживания, разъясняется риск ущерба здоровью, обусловленный воздействием радиации.

Зона отселения – от 20 до 50 мЗв. Въезд на указанную территорию для постоянного проживания не разрешен. В этой зоне запрещено постоянное проживание лиц репродуктивного возраста и детей. Здесь осуществляются радиационный мониторинг людей и объектов окружающей среды, а также необходимые меры радиационной и медицинской защиты.

Зона отчуждения – более 50 мЗв, где постоянное проживание не допускается, а хозяйственная деятельность и природопользование регулируются специальными актами. Проводятся мероприятия мониторинга и защиты работающих с обязательным индивидуальным дозиметрическим контролем.

В табл. 26–27 даны рекомендации для практических служб радиационного контроля при принятии решений по измеренной объемной активности ^{131}I и мощности экспозиционной дозы на местности [21].

Таблица 26

Критерии для принятия решения о мерах защиты населения по измеренной мощности дозы γ -излучения (Р/ч) на местности при прогнозируемом времени облучения в течение 10 ч

Категория лиц	Защитное мероприятие			
	укрытие		эвакуация	
	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б
Взрослые	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$	5
Беременные и дети	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$

Таблица 27

Критерии для принятия решения о мерах защиты населения по измеренной объемной активности ^{131}I (Ки/л) в воздухе при прогнозируемом времени ингаляции в течение 10 ч

Категория лиц	Защитные мероприятия					
	укрытие, защита органов дыхания		йодная профилактика		эвакуация	
	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б
Взрослые	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-8}$
Беременные	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$2,8 \cdot 10^{-9}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$
Дети	$3,2 \cdot 10^{-10}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$

В табл. 28–29 приведены критерии вмешательства, рекомендованные МКРЗ и МАГАТЭ [8, 30].

Таблица 28

Диапазон уровня вмешательства для введения долгосрочных контрмер

Долгосрочные контрмеры	Доза на весь организм, мкЗв/год	Доза на отдельные органы, мкЗв/год
Контроль пищевых продуктов	5–50	50–500
Переселение	50–500	-

Таблица 29

Уровень вмешательства при загрязнении пищевых продуктов (кБк/кг)

РН	Продукты общего потребления	Молоко, питьевая вода, детское питание
^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{89}Sr	1,0	1,0
^{131}I	1,0	0,1
^{90}Sr	0,1	0,1
^{241}Am , ^{238}Pu , ^{239}Pu	0,01	0,001

9.7. Общие подходы к ликвидации радиационных аварий и их последствий

Ликвидация последствий масштабных РА требует проведения аварийно-спасательных работ, которые, прежде всего, должны быть направлены на:

- предотвращение распространения РВ за пределы загрязненной территории;
- защиту населения от негативного воздействия аварийных факторов радиационной и нерадиационной природы;
- восстановление условий нормальной жизнедеятельности.

Аварийно-спасательные работы на территории аварии обычно осуществляются в два этапа:

- первоочередные аварийно-спасательные работы;
- ликвидация последствий аварии (ЛПА), в том числе ремонтно-восстановительные работы на объекте и пострадавшей территории.

Конкретный перечень аварийно-спасательных работ и порядок их планирования определяются техническим состоянием аварийного РОО, степенью радиоактивного загрязнения территории и окружающей среды, фазой (стадией) РА.

Основные задачи ликвидации последствий радиационных аварий. Каждая фаза ликвидации последствий РА требует решения своих задач. На ранней стадии решаются следующие задачи:

- выявление и объективная оценка ИИИ;
- оценка обстановки и принятие решений по снижению тяжести РА и ее последствий;
- определение приоритетности проведения спасательных работ;
- локализация источника аварии, прекращение выброса РВ в окружающую среду;
- проведение неотложных мер защиты персонала и населения;
- снижение миграции первичного загрязнения на менее загрязненные или незагрязненные участки путем удаления или локализации загрязненных фрагментов зданий и сооружений, технологического оборудования, рассыпанных или разлитых РВ;
- создание площадок временного хранения РАО и др.

На промежуточной стадии должны решаться задачи:

- стабилизация радиационной обстановки и обеспечения перехода к плановым работам по ЛПА;
- организация постоянного контроля радиационной обстановки;
- проведение плановых мероприятий по ЛПА до достижения установленных контрольных уровней радиоактивного загрязнения;
- обеспечение требуемого уровня мер защиты населения, проживающего на загрязненных территориях.

Задачами поздней стадии РА являются:

- завершение плановых работ по ЛПА и доведение радиоактивного загрязнения до уровней, предусмотренных (НРБ-99/2009) [10];
- ликвидация временных площадок складирования РАО или организация радиационного контроля безопасности хранения на весь период потенциальной опасности;
- обеспечение проживания населения без соблюдения мер защиты.

Режим чрезвычайной ситуации (ранняя фаза РА). Факт РА фиксируется на основании информации о ее возникновении или данных радиационного контроля о повышении радиационного фона за пределами РОО. Эта информация может исходить от руководства РОО или органов Роспотребнадзора, Ростехнадзора, Росатома и других организаций, проводящих постоянный или периодический контроль за радиационной обстановкой на РОО и (или) территории.

Во всех случаях установления факта РА администрация РОО обязана немедленно проинформировать:

- вышестоящую организацию;
- органы государственной власти;
- территориальные органы Роспотребнадзора;
- территориальные органы МВД России, Минприроды, МЧС России, Минздрава, Росатомнадзора и др.

В целях уточнения (разведки) радиационной обстановки, выработки решений по защите населения и ликвидации чрезвычайной ситуации в район аварии выдвигается в зависимости от ее масштабов оперативная группа соответствующего уровня от Роспотребнадзора, Росатома, МЧС России.

По данным оперативных групп за пределами аварийного РОО устанавливается зона РА, в которой проводится контроль радиационной обстановки и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения.

В случае возникновения РА, при которой возможно облучение людей и загрязнение окружающей среды, должны быть приняты практические меры для сведения к минимуму:

- доз облучения населения, персонала и ликвидаторов РА;
- количества облученных лиц;
- размеров и уровней радиоактивного загрязнения окружающей среды;
- экономических и социальных потерь, вызванных радиоактивным загрязнением.

В связи с этим основными мероприятиями на ранней стадии являются:

- своевременное обнаружение факта РА;
- оповещение руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, а также населения о возникшей чрезвычайной ситуации радиационного характера. Порядок оповещения в системе Минздравсоцразвития России изложен в приказе министерства от

31.05.2005 г. № 376 «О представлении внеочередных донесений о чрезвычайных ситуациях санитарно-эпидемиологического характера» [12];

- выдвигание оперативных групп в район аварии;
- организация непрерывного радиационного контроля за состоянием РОО и окружающей среды;
- прогнозирование развития возникшей чрезвычайной ситуации и ее последствий;
- установление и поддержание режима РБ;
- проведение, при необходимости, на ранней стадии аварии йодной профилактики населения, персонала аварийного объекта, участников ЛПА;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий РА СИЗ;
- укрытие населения, оказавшегося в зоне аварии, в защитных сооружениях;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ЛПА;
- дезактивация аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территорий, сельскохозяйственных угодий, транспорта, других технических средств, средств защиты, одежды, имущества, продовольствия и воды;
- эвакуация и/или отселение граждан из зон, в которых дозы облучения населения превышают или превысят допустимый предел для проживания;
- непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне проведения работ по ЛПА;
- организация и поддержание непрерывного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по вопросам ликвидации чрезвычайной ситуации и ее последствий;
- проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения в условиях РА.

Организация руководства ЛПА зависит от ее масштабов и осуществляется на одном из трех уровней:

- объектовым;
- территориальном;
- федеральном.

В табл. 30 приведен уровень органов управления, сил и средств реагирования при РА и их ликвидации в зависимости от масштаба. Обобщенная структура органов управления ликвидацией последствий радиационных аварий представлена на рис 4.

Если в результате РА произошел выброс или утечка РН и загрязнению подверглась только территория аварийного объекта, ликвидация ее последствий осуществляется силами и средствами объекта. При необходимости помощь в ликвидации аварии и ее последствий может оказывать специальная межведомственная оперативная группа.

Таблица 30

Уровень органов управления, сил и средств реагирования при РА
и их ликвидации в зависимости от масштаба

Масштаб РА	Уровень органов управления, сил и средств реагирования при РА
Трансграничная	По решению Правительства РФ (в соответствии с нормами международного права и международными договорами)
Федеральная	Силами и средствами субъектов РФ, силами и средствами федерального уровня
Региональная	Силами и средствами субъектов РФ, силами и средствами федерального уровня
Территориальная	Силами и средствами органов исполнительной власти субъектов РФ
Местная	Силами и средствами органов местного самоуправления
Локальная	Силами и средствами организации, где возникла РА



Рис. 4. Обобщенная структура органов управления ликвидации последствий аварий.

При загрязнении территории за пределами промышленной площадки аварийного объекта, но в пределах территории одного субъекта Россий-

ской Федерации ликвидация РА и ее последствий на территории аварийного объекта осуществляется силами и средствами объекта с участием межведомственной оперативной группы. Проблемы защиты населения и ЛПА за пределами промышленной площадки решаются силами и средствами территориальных органов исполнительной власти.

Необходимость проведения защитных мероприятий, их объем, характер и очередность зависят от типа и масштабов РА и определяются критериями вмешательства (см. разд. 8.6).

Радиационный контроль в условиях возникшей РА организуется и осуществляется с целью:

- соблюдения допустимого времени пребывания людей в зоне аварии;
- контроля доз облучения и плотности радиоактивного загрязнения.

Он включает контроль за:

- мощностью дозы в местах пребывания населения, персонала аварийного объекта и участников ЛПА;
- содержанием РН в воздухе, питьевой воде, пищевых продуктах;
- уровнем загрязнения различных технических средств, имущества и территории;
- дозами облучения населения, персонала, ликвидаторов РА;
- поступлением и содержанием РН в организме людей;
- содержанием и радионуклидным составом загрязнений грунтов.

На основании данных радиационного контроля, принимаются решения о характере и объеме мер, направленных на защиту населения, о выдвигании сил и средств, приведенных в готовность для действий в условиях возникновения РА, устанавливается соответствующий режим РБ.

Решение о выдвигании аварийно-спасательных сил и средств в предполагаемый район действий принимается соответствующей комиссией по чрезвычайным ситуациям в зависимости от складывающейся обстановки.

Установление и поддержание режима РБ осуществляется в целях максимально достижимого и оправданного снижения радиационного воздействия на население, персонал аварийного объекта и участников ЛПА и ее последствий. Этот режим обеспечивается:

- установлением особого порядка доступа в зону аварии;
- зонированием района аварии;
- целесообразным отбором участников ЛПА с обязательным их медицинским освидетельствованием;
- проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- осуществлением радиационного контроля в загрязненных зонах и на выходе в «чистую» зону;
- обеспечением спецодеждой, СИЗ, медицинской помощью;
- организацией индивидуального дозиметрического контроля и ведением учета доз облучения персонала и коллективных доз облучения населения;
- осуществлением дезактивационных работ;

- организацией обращения с РАО.

Характерной особенностью ранней стадии РА является высокая вероятность возникновения вторичных загрязнений за счет переноса нефиксированных, первично выпавших РВ на менее загрязненные или первично незагрязненные объекты окружающей среды.

С течением времени происходит увеличение прочности фиксации загрязнения на поверхностях, приводящее к необходимости применения более сложных и дорогостоящих методов его ликвидации, увеличению объемов образующихся РАО, продолжительности и стоимости работ по обеспечению требуемого уровня защиты населения. В связи с этим эффективность и оперативность принятия решений по ликвидации выявленных нефиксированных загрязнений на ранней фазе аварии имеет первостепенное значение. Эти решения принимаются, прежде всего, по наиболее критическим объектам загрязнения.

Промежуточная фаза РА. На промежуточной стадии производятся уточнение и детализация данных инженерной и радиационной обстановки, зонирование территорий по видам и уровням излучений и реализация мероприятий, необходимых и достаточных для обеспечения заданного уровня мер защиты населения.

В этот период на поверхностях объектов РН находятся в фиксированных или слабо фиксированных формах. Методы ликвидации последствий РА на этой фазе должны исключить возможность возникновения вторичных загрязнений, предотвратить процесс фиксации РВ на поверхности и проникновение их вглубь объема и, как следствие, снизить уровень требований к необходимым мерам защиты населения.

Поздняя фаза РА. Основными целями мероприятий, осуществляемых в поздней фазе аварии, является снижение внешнего облучения населения и персонала, предотвращение или максимальное снижение поступления РН в организм людей с пищевыми продуктами и питьевой водой. Пути достижения этих целей являются:

- организация жизнедеятельности населения на загрязненной территории с учетом мер защиты, введенных в предшествующий период;
- дезактивация территории, зданий, сооружений, орудий производства;
- обеспечение населения незагрязненными пищевыми продуктами и питьевой водой.

Работы на поздней стадии ЛПА наиболее трудоемки и продолжительны. РН, определяющие радиационную обстановку на загрязненных объектах, в этот период находятся преимущественно в фиксированных и трудно удаляемых формах. Выбор наиболее эффективных методов дезактивации делается с учетом РН состава и физико-химических форм радиоактивного загрязнения.

Все указанные способы защиты должны учитывать существующую в регионе инфраструктуру и практику ведения хозяйства.

Для оптимизации защитных мероприятий и организации жизнедеятельности населения в позднюю фазу проводится разделение всей зоны радиационной аварии на отдельные участки по уровням радиоактивного загрязнения. Это позволяет более обоснованно определить:

- возможности длительного проживания населения на рассматриваемых участках территории;
- возможности производства конкретных видов продукции продовольственного и непродовольственного назначения;
- характер производственной деятельности в условиях радиоактивного загрязнения.

Руководство работами по ЛПА на этой стадии осуществляют органы исполнительной власти субъектов РФ (органы местного самоуправления).

9.8. Радиационная защита населения при ликвидации радиационных аварий, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ, и их последствий

При РА, сопровождающихся выбросом РВ в окружающую среду, необходимо проведение мер радиационной защиты населения с целью предотвращения поражения людей.

Эти меры направлены на предотвращение и(или) снижение потенциальных доз облучения человека за счет:

- предотвращения возможного облучения (своевременное оповещение, укрытие в убежище, эвакуация и др.);
- уменьшения интенсивности и дозы непосредственного воздействия ИИ на человека [физическое экранирование источников β - и γ -излучений, увеличение расстояния до них, уменьшение длительности облучения (специальная санитарная обработка, дезактивация территории, укрытие в убежищах, эвакуация, отселение и др.)];
- ликвидации или ограничения путей внутреннего облучения человека (использование средств защиты, эвакуация, отселение, изменение продовольственного обеспечения и др.);
- временной модификации физиологических процессов у облучаемых лиц за счет применения радиозащитных профилактических средств (радиопротекторов, препаратов стабильного йода).

К основным защитным мерам относят:

- оповещение;
- укрытие;
- йодную профилактику;
- использование СИЗ;
- регулирование доступа в зону аварии и выхода из нее;
- зонирование радиоактивно загрязненной территории;

- специальную санитарную обработку;
- дезактивацию поверхностей и территорий;
- медицинскую помощь;
- запрет или ограничение потребления пищевых продуктов местного производства и воды;
- эвакуацию;
- переселение населения.

Меры радиационной защиты, носящие превентивный (предупреждающий) характер, используются в предаварийный период. Они предпринимаются только при наличии достаточного времени для их осуществления, т.е. тогда, когда о возможной угрозе радиоактивного загрязнения известно заранее. К числу превентивных мер, предпринимаемых в это время, относятся укрытие населения в противорадиационных укрытиях и, по возможности, обеспечение населения радиозащитными профилактическими препаратами и средствами индивидуальной защиты. В этот период осуществляются организационные мероприятия по подготовке населения к эвакуации. При угрозе выброса радиоактивного йода и биологически значимых нуклидов, например, ^{90}Sr , ^{137}Cs и других, прекращается выпас молочного скота и организуется перевод его на стойловое содержание.

Для достижения наибольшей эффективности тех или иных защитных мер в аварийный период их нужно проводить в определенные фазы РА (табл. 31). Йодная профилактика может проводиться уже при угрозе РА, но только если ожидается загрязнение окружающей среды радиоактивным йодом.

Таблица 31

Меры по обеспечению РБ в различные фазы радиационных аварий

Мероприятие	Фаза РБ		
	ранняя	промежу- точная	поздняя
Оповещение	+	-	-
Укрытие	+	+	-
Йодная профилактика	+	+ (-)	-
Использование СИЗ	+	- (+)	-
Контроль доступа в зону аварии	+	+	+
Эвакуация населения	+	+	-
Санитарная обработка	-	+	+
Контроль пищевых продуктов	-	+	+
Временное переселение	-	+	+
Удаление скота с загрязненных пастбищ	-	+	+
Дезактивация территории	-	-	+

По возможности проведение всех мероприятий, кроме превентивных, должно основываться на данных дозиметрического контроля радиационной обстановки и определения коллективных доз облучения населения.

Среди населения должна проводиться большая разъяснительная работа, помогающая снять психический стресс, довести до сознания каждого жителя, находящегося под наблюдением района, цель и значимость проводимых защитных мероприятий.

Оповещение – это информирование органов власти и населения о произошедшей РА, ожидаемых последствиях и рекомендуемых защитных мероприятиях.

Информация о возникшей РА и складывающейся обстановке, принятых мерах по защите населения, а также рекомендации по действиям населения в условиях чрезвычайной ситуации радиационного характера, оперативно и достоверно доводятся до населения с использованием систем местного и централизованного оповещения, средств массовой информации и иных средств.

Информирование населения должно быть адекватно ситуации и взвешенным, сводящим к минимуму как панику, так и недооценку возможных последствий для человека аварийной ситуации. Ответственность за решение вопросов оповещения населения несут соответствующие органы исполнительной власти (органы местного самоуправления).

Укрытие – это размещение людей внутри помещений с закрытием окон, дверей и выключением вентиляционных систем или в специально оборудованных противорадиационных защитных сооружениях. Укрытие используется для уменьшения внешнего облучения от радиоактивного облака, формирующихся выпадений и внутреннего облучения от ингаляционных поступлений РВ.

В качестве укрытия могут использоваться любые помещения – жилые дома, производственные здания, подвалы, специально оборудованные укрытия.

Помещения, расположенные ниже уровня земли (цокольный этаж или подземные сооружения), обеспечивают большую защиту от ИИИ, особенно в местах, расположенных в центральной части зданий на удалении от окон и дверей.

В специально оборудованных убежищах создаются условия, препятствующие поступлению РВ, веществ извне. Противорадиационные убежища оборудуются системами обеспечивающими их герметичность. Они могут оснащаться системой принудительной вентиляции, снабжающей укрывшихся людей воздухом требуемой чистоты и создающей положительный баланс в помещении (количество подаваемого воздуха превышает над количеством удаляемого). Эти сооружения дают максимальную защиту.

Основной характеристикой всех защитных сооружений является коэффициент ослабления (коэффициент защиты) γ -излучения конструкциями зданий и сооружений. Средние коэффициенты ослабления некоторых укрытий приведены в табл. 32.

Кроме этого, эффективность использования укрытий, противорадиационных убежищ и других сооружений оценивают также по их предотвращению радиоактивного загрязнения одежды и кожных покровов, снижению интенсивности поступления радиоактивных веществ в организм при вдыхании.

Таблица 32

Защитные свойства некоторых укрытий

Тип укрытия	Средние значения коэффициента ослабления уровня радиации
Жилые дома	
Каменные:	
1-этажные	10
подвал 1-этажного дома	40–100
2-этажные	18
подвал 2-этажного дома	100
3-этажные	20
подвал 3-этажного дома	400
5-этажные	27
подвал 5-этажного дома	400
Деревянные:	
1-этажные	2
подвал 1-этажного дома	7
2-этажные	8
подвал 2-этажного дома	12
Производственные здания	
1-этажные	7
3-этажные	6
Фортификационные сооружения	
Перекрытые щели, траншеи	50
Блиндажи и убежища с входным блоком из лесоматериалов	500
Убежища с входом типа «Лаз» и металлическим входным блоком	5000
Противорадиационные укрытия	100–500

Наибольшую эффективность дает укрытие людей в убежища, если оно осуществляется как превентивная мера до начала аварии или на начальном этапе аварии, так как позволяет ослабить или предотвратить радиационное воздействие проходящего облака или факела выброса на население на ранней фазе аварии.

При планировании укрытия населения, включая укрытие населения в противорадиационных убежищах, исходят из численности населения, подлежащего укрытию, имеющихся специально подготовленных убежищ, их противорадиационных и технических характеристик, предполагаемой дли-

тельности нахождения населения в убежищах, способах последующего вывода или эвакуации укрывшихся.

На предаварийном этапе (в условиях нормальной жизнедеятельности) необходимо информировать население о необходимости укрытия в убежищах при угрозе или воздействии ИИИ, действиях в условиях отсутствия специального укрытия.

Население необходимо заранее информировать, что при объявлении тревоги нужно закрыть окна и внешние двери, перекрыть системы вентиляции и другие отверстия, затушить огонь, по возможности, поместить слой влажных газет или ткани в щели открывающихся дверей и окон.

При альтернативном выборе необходимости укрытия населения в убежищах или эвакуации его через непродолжительное время после начала аварии принятие решений основывается, прежде всего, на значении предотвращенной дозы за рассматриваемый период и реальных возможностях осуществления каждой из этих мер защиты. В большинстве случаев, в условиях выброса короткоживущих нуклидов, предпочтительнее будет обеспечить быстрое укрытие людей с последующей хорошо организованной эвакуацией.

На поздней фазе аварии укрытие в убежищах населения не применяется.

Наиболее приемлемым с практической точки зрения и подлежащим планированию в качестве превентивной и экстренной мер радиационной защиты населения является применение препаратов стабильного йода в качестве йодной профилактики при потенциальном или реальном выбросе в атмосферу радиоактивного йода.

Йодная профилактика – проводится, при необходимости, в целях защиты щитовидной железы у взрослых и детей от воздействия радионуклидов йода на ранней стадии радиационных аварий на ядерных реакторах. Она заключается в приеме препарата стабильного йода, снижающего или предотвращающего поступление радиоактивного йода в щитовидную железу. Йодная профилактика проводится только в случаях аварийного выброса изотопов радиоактивного йода (так называемые «йодовые» аварии). При внешнем облучении, воздействии других радиоактивных изотопов йодная профилактика не проводится! Не контролируемый профилактический прием препаратов йода населением может приводить к йодным отравлениям, требующим порой вмешательства медицинской службы.

В Российской Федерации в качестве основного средства профилактики накопления изотопов йода в щитовидной железе рекомендован препарат стабильного йода – йодистый калий, но могут использоваться и другие препараты, порядок применения которых приведен в «Рекомендациях по применению стабильного йода населением для защиты щитовидной железы и организма от радиоактивных изотопов йода» (утв. зам. министра здравоохранения Рос. Федерации от 01.04.1993 г. № 32-015/87).

1. При авариях ядерного реактора происходит выброс в окружающую среду значительных количеств радиоизотопов йода. При попадании в организм радиоизотопы йода избирательно накапливаются в щитовидной железе, вызывая ее поражение (нарушение йодфиксирующей функции, некробиотические и атрофические изменения, бластомогенное действие). Особую радиобиологическую опасность представляют изотопы йода – $^{131-135}\text{I}$.

Радиоактивные изотопы йода могут поступать в организм через органы пищеварения, дыхания, раневые и ожоговые поверхности кожи. Всасывание растворимых соединений йода при указанных путях поступления в организм достигает 100 %.

В ранний период после аварии опасность представляет ингаляционное поступление радиоизотопов йода.

Наибольшее практическое значение имеет алиментарное поступление радиоактивного йода при употреблении молока и молочных продуктов от животных, пасущихся на загрязненных радиоактивным йодом пастбищах, а также поверхностно загрязненных овощей и фруктов.

2. Для защиты организма от накопления радиоактивных изотопов йода в критическом органе (щитовидной железе) и теле применяются препараты стабильного йода. Они вызывают блокаду щитовидной железы, снижают ее облучение и накопление радиоизотопов йода.

В Российской Федерации рекомендован и применяется калия йодид. Своевременный прием калия йодида обеспечивает снижение дозы облучения щитовидной железы на 97–99 % и в десятки раз – всего организма. Разработаны стабилизированные таблетки калия йодида. Срок хранения 4 года.

Для расширения арсенала средств защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода в дополнение к калию йодиду рекомендуются другие препараты йода: раствор Люголя и 5 % настойка йода, оказывающие равное с калием йодидом защитное действие при поступлении внутрь изотопов радиоioda. Указанные препараты доступны для населения, так как почти всегда имеются в домашних аптечках.

Более широкий набор препаратов йода для защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода позволит в экстремальных условиях оперативно осуществить необходимые меры по обеспечению радиационной безопасности населения, находящегося в зоне радиоактивного выброса или употребляющего загрязненные радиоактивным йодом молоко и другие продукты питания. При отсутствии калия йодида раствор Люголя и настойка йода могут его заменить.

3. Калия йодид применяют в следующих дозах (в одном из предлагаемых вариантов):

- взрослым и детям от 2 лет и старше – по 1 таблетке по 0,125 г;
- детям до 2 лет – по 1 таблетке по 0,040 г на прием внутрь ежедневно;
- беременным женщинам – по 1 таблетке по 0,125 г с одновременным приемом калия перхлората 0,75 (3 таблетки по 0,25 г).

5% настойка йода применяется:

- взрослым и подросткам старше 14 лет – по 44 капли 1 раз/сут или по 20–22 капли 2 раза/сут после еды на $\frac{1}{2}$ стакана молока или воды;
- детям от 5 лет и старше – в 2 раза меньшем количестве, чем взрослым, т.е. по 20–22 капли 1 раз/сут или по 10–11 капель 2 раза/сут на $\frac{1}{2}$ стакана молока или воды;
- детям до 5 лет настойку йода внутрь не назначают.

Настойка йода может применяться также путем нанесения на кожу. Защитный эффект нанесения настойки йода на кожу сопоставим с ее приемом внутрь в тех же дозах. Настойка йода наносится тампоном в виде полос на предплечье, голень. Этот способ защиты особенно приемлем у детей младшего возраста (до 5 лет), поскольку перорально настойка йода у них не применяется. Для исключения ожогов кожи в таких случаях целесообразно использовать не 5 %, а 2,5 % настойку йода. Детям от 2 до 5 лет настойку йода наносят из расчета 20–22 капли/сут; детям до 2 лет – в половинной дозе, т.е. 10–11 капель/сут.

Раствор Люголя применяется:

- взрослым и подросткам старше 14 лет – по 22 капли 1 раз/сут или по 10–11 капель 2 раза/сут после еды на $\frac{1}{2}$ стакана молока или воды;
- детям от 5 лет и старше – в 2 раза меньшем количестве, чем для взрослых, т.е. по 10–11 капель 1 раз/сут или по 5–6 капель 2 раза/сут на $\frac{1}{2}$ стакана молока или воды;
- детям до 5 лет раствор Люголя не назначается.

Препараты йода применяются до исчезновения угрозы поступления в организм радиоактивных изотопов йода.

4. Для осуществления своевременной защиты населения от радиоактивных изотопов йода лечебно-профилактические учреждения создают запас калия йодида на все обслуживаемое население из расчета приема его в течение 7 дней. Предполагается, что за это время либо будет принято решение об эвакуации населения, либо исключено поступление радиоактивного йода в организм людей. Обеспечение населения калием йодидом, раствором Люголя и 2,5–5,0 % настойкой йода осуществляется через аптечную сеть, для чего в аптеках создается необходимый запас препаратов йода.

Часть запасов калия йодида медицинское учреждение передаст в детские дошкольные учреждения, интернаты, больницы, родильные дома, где они оперативно могут быть применены по назначению.

5. Прием препаратов йода осуществляется населением самостоятельно согласно рекомендациям по их применению, для чего следует размножить в необходимом количестве памятки, которые можно получить в любой аптеке. Перечисленные выше учреждения обеспечиваются ими заранее.

Предлагаемые препараты стабильного йода не представляют опасности в рекомендуемых дозах для защиты организма от радиоактивных изотопов йода, не оказывают побочного действия. Следует избегать передозировок.

Поэтому медицинскими работниками проводится разъяснительная работа через печать, радио, телевидение о показаниях и порядке применения препаратов и их хранения.

6. Йодная профилактика начинается немедленно при угрозе загрязнения воздуха и территории в результате аварии ядерных реакторов, утечки или выбросов в атмосферу продуктов, содержащих радиоизотопы йода.

В табл. 33 показана эффективность препаратов стабильного йода в зависимости от сроков введения йода в организм. В оптимальных дозах и времени выполнения профилактики стабильный йод резко уменьшает накопление радиоактивного йода в щитовидной железе, обеспечивая ее защиту от переоблучения.

Таблица 33

Эффективность препаратов стабильного йода в снижении поступления I^{131} в щитовидную железу взрослых

Условие и доза применения	Снижение поступления I^{131} , %
Разовое поступление I^{131} в организм при вдыхании Доза 130 мг KIO_3 (эквивалентно 100 мг йода) при однократном приеме	
Заблаговременно до поступления I^{131} в организм, ч:	
48	46
36	45
24	89
8	94
6	99
Одновременно с поступлением I^{131} в организм	89–97
После поступления I^{131} в организм через ч:	
2	68–90
6	50
8	0
Хроническое поступление I^{131} в организм при вдыхании (на протяжении 14 сут)	
Ежедневная доза KI на протяжении 7 сут, мг:	
10	87
100	96
200	97
200 (через сутки)	95

При проведении йодной профилактики могут возникнуть трудности, предусмотреть которые необходимо на предаварийном этапе:

- создание, соответствующее размещение и хранение запасов препаратов стабильного йода;
- обеспечение быстрой доставки персонала, ответственного за раздачу препаратов населению, к местам его сосредоточения;
- своевременная и быстрая раздача препаратов населению.

Особое место в профилактике поступления радиоактивного йода в организм населения в условиях РА занимает ограничение или исключение доступа йода со свежим молоком и листовыми овощами. В процессе технологической переработки пищевого сырья можно существенно снизить содержание радиоактивного йода в пище. Например, из молока в масло переходит всего 1–3 % активности, в сливках, твороге содержание йода соответственно в 6 и 4 раза меньше, чем в молоке. Значительное снижение радиоактивного йода в продуктах переработки можно достигнуть за счет их выдержки [хранения до снижения их загрязненности до допустимых уровней за счет физического распада РН ($T_{1/2} = 8,06$ дня)].

Критической группой населения являются дети, беременные и кормящие женщины. В отношении их йодная профилактика должна проводиться в первую очередь.

Применение средств индивидуальной защиты. При РА СИЗ населения применяют на ранней и промежуточной фазах. Они могут использоваться как самостоятельная мера защиты, так и как дополнение к укрытию и эвакуации. СИЗ позволяют существенно снизить количество РВ, поступающих внутрь организма при дыхании, предотвратить загрязнение поверхности тела и одежды. Их применение показано не только в период прохождения облака (факела) радиоактивного выброса или в период формирования следа радиоактивного облака, но и на протяжении всего периода нахождения людей в зоне радиоактивного загрязнения.

Для защиты от радиоактивных аэрозолей выделяют СИЗ:

- органов дыхания;
- кожных покровов.

СИЗ органов дыхания делятся на специальные и подручные (простые) средства. Специальные средства обеспечивают защиту от радиоактивных аэрозолей, газообразных и летучих РН. К ним относятся:

- специальные респираторы;
- противогазы с селективными коробками;
- изолирующие противогазы.

Однако специальными средствами защиты обеспечивается, как правило, только персонал аварийных команд и формирований гражданской обороны.

Для населения наиболее доступной мерой является применение простых средств защиты органов дыхания, выполненных из подручных материалов – ватно-марлевые, марлевые повязки.

В случае необходимости экстренной защиты для населения следует рекомендовать простейшие средства защиты органов дыхания – носовые платки, мягкие поглощающие бумажные салфетки и т.п., которыми закрывают рот и нос. Эти легкодоступные предметы рекомендуется использовать населению при движении в укрытие, во время нахождения в укрытии, а также во время эвакуации из радиоактивно загрязненных районов.

Относительная эффективность различных СИЗ органов дыхания приведена в табл. 34.

Таблица 34

Эффективность специальных и подручных СИЗ органов дыхания
от радиоактивных аэрозолей

Средство защиты	Эффективность задержки аэрозоля, %
Специальные средства защиты (при дисперсности не более 1 мкм)	
Респиратор «Лепесток-5» на основе фильтра ФПП-70-0,2	96,0
Респиратор «Лепесток-40» на основе фильтра ФПП-70-0,5	99,5
Респиратор «Лепесток-200» на основе фильтра ФПП-15-1,5	99,9
Подручные средства защиты (при дисперсности 1–5 мкм)	
Хлопчатобумажный носовой платок (в 1 слой)	25–35
Хлопчатобумажный носовой платок (в 4 слоя)	45–55
Влажные хлопчатобумажный носовой платок (в 1–4 слоя), махровое полотенце (в 1 слой), простыня (в 1 слой)	55–70
Хлопчатобумажный носовой платок (в 8–16 слоев), туалетная бумага (в 3 слоя)	85–95

Защитной одеждой, как средством защиты кожных покровов от радиоактивного загрязнения, обеспечивается только персонал аварийных команд и формирований гражданской обороны. Поэтому населению необходимо разъяснить, что в случае РА для защиты необходимо использовать любую одежду, закрывающую максимальную площадь тела.

При радиоактивном загрязнении верхней одежды для предотвращения заноса РВ в убежища с загрязненной одеждой необходимо организовать:

- на входе в убежище пункт дозиметрического контроля людей, санитарный шлюз и места складирования загрязненной одежды;
- контроль за загрязнением одежды в сборных эвакуопунктах;
- замену загрязненной одежды на чистую, для чего необходимо создать запасы сменной одежды.

Ограничение доступа в зону радиоактивного загрязнения – защитная мера, направленная на уменьшение распространения радиоактивного загрязнения и исключение необоснованного облучения населения.

Она включает ограничение свободного перемещения населения в зоне РА, а также ограничение выхода и входа в эту зону. Эта мера вводится как можно раньше во избежание нерегулируемого облучения населения и разноса РВ на менее загрязненные территории под воздействием деятельности человека. По мере уточнения радиационной обстановки с течением времени ограничение перемещения и доступа распространяется на большие или меньшие расстояния.

В различные фазы РА ограничения свободного перемещения населения и доступа в зону радиоактивного загрязнения вводятся с разными целями:

- в ранней:
 - избежать ненужного входа дополнительного числа лиц на загрязненную территорию;
- в ранней и промежуточной:
 - обеспечить надлежащий порядок эвакуации населения;
 - обеспечить оптимальные пути доступа аварийным группам к местам их действий, а группам радиационного контроля к контролируемым участкам;
 - предотвратить после эвакуации неразрешенный повторный вход в зоны отселения;
 - обеспечить сохранность государственной и личной собственности, оставленной в зонах эвакуации;
- в поздней:
 - снизить дополнительное облучение населения от радиоактивных выпадений и аэрозолей за счет вторичного ветрового подъема;
 - исключить перемещения из загрязненных на незагрязненные территории продуктов сельскохозяйственного производства, кормов, а также других загрязненных предметов, материалов, оборудования и транспорта;
- на всех стадиях аварии:
 - обеспечить эффективную организацию транспортных путей на загрязненной территории, минуя, по возможности, наиболее загрязненные участки, избегать излишней перевозки оборудования и материалов в загрязненные места, предотвращать разнос радиоактивного загрязнения на колесах транспортных средств в менее загрязненные и чистые районы.

Ограничения относятся не только к населению, но и к персоналу РОО, ликвидаторам, привлекаемых к ликвидации последствий РА.

Предусматриваются следующие степени регулирования свободного прохода и перемещения:

- доступ запрещен всем лицам, кроме персонала, осуществляющего аварийные меры, и лиц, имеющих специальное разрешение;
- доступ ограничен, в этом случае людям выдается разрешение на вход в контролируемые зоны. Они обеспечиваются специальными отличительными знаками. Транспортные средства также снабжаются специальными отличительными знаками.

Ограничение доступа в зону радиоактивного загрязнения достигается путем:

- выбора и обозначения оптимальных транспортных путей, закрытия движения по другим дорогам;
- установления контрольно-пропускных пунктов и организации подвижных контрольных постов с круглосуточным дежурством;

- ограничения передвижения по территории с помощью дисциплинирующих или физических барьеров в виде ограждений и канав;
- организации пропускной системы с указанием в пропусках места нахождения на территории зоны, сроков и продолжительности пребывания, видов работы или иные цели;
- информирования людей о введении ограничений и об ответственности за нарушения режима ограничений в соответствии с действующим законодательством.

Зонирование радиоактивно загрязненных территорий. В зависимости от характера складывающейся радиационной обстановки загрязненная территория подразделяется на зоны, каждая из которых имеет свой регламент как в отношении допустимых уровней загрязнения и защитных мероприятий, так и в отношении режима пребывания и деятельности на этой территории. Зонирование территорий и регулирование доступа и выхода может меняться с течением времени в связи с изменением радиационной обстановки.

Санитарная обработка населения – это проведение мероприятий по удалению РН с поверхности кожи и слизистых оболочек.

Ее выполняют с целью прекращения внешнего воздействия РН на человека, предотвращения возможности их поступления в организм и накопления во внутренних органах.

Она должна проводиться в кратчайшие сроки после обнаружения загрязнения или сразу после вывода населения из зоны загрязнения, или прекращения работ аварийно-спасательной бригады. Поэтому ее проводят перед входом в убежище, на контрольно-пропускном пункте при эвакуации, при госпитализации пораженных лиц в лечебное учреждение.

Проведение санитарной обработки необходимо организовывать так, чтобы она не сдерживала своевременного проведения других защитных мероприятий (укрытие в убежище, эвакуации, транспортировки в лечебное учреждение и др.), особенно оказания неотложной медицинской помощи по жизненным показаниям. Поэтому, в зависимости от складывающейся радиационной обстановки, степени загрязнения людей, наличия времени и необходимых сил и средств, она может быть частичной или полной.

Частичная санитарная обработка проводится при отсутствии времени на полную санитарную обработку. Ее проводят в зонах радиоактивного загрязнения в ходе выполнения работ по ликвидации последствий РА, а также по выходу из зоны. Частичная санитарная обработка ограничивается смыванием водой или обтиранием тампонами с дезактивирующими растворами открытых участков кожи и слизистых оболочек с заменой загрязненной одежды и обуви на чистые, что позволяет снизить уровни загрязнения, хотя и не обеспечивает полноту мероприятия с санитарно-гигиенических позиций.

Полная санитарная обработка предусматривает мытье всего тела. Она выполняется после выхода из зоны радиоактивного загрязнения на пунктах

санитарной обработки, работающих по принципу санитарного пропускника. Схема организации пункта санитарной обработки приведена на рис. 5.

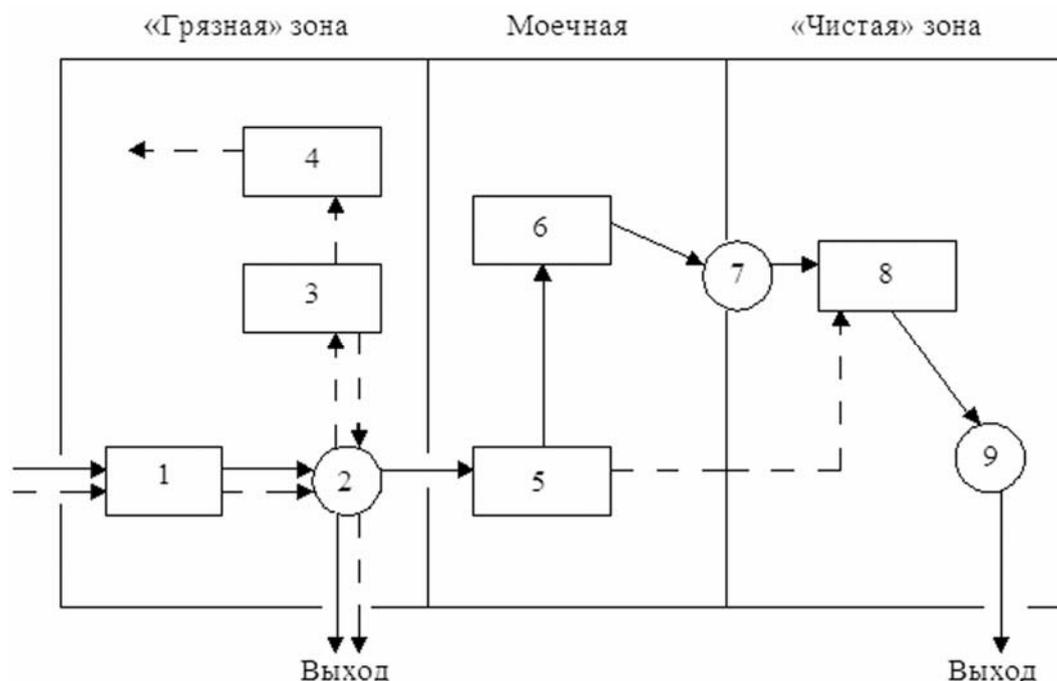


Рис. 5. Схема организации пункта санитарной обработки.

- 1 – прием и регистрация прибывших; 2 – радиационный контроль людей, одежды и вещей; 3 – первичная дезактивация одежды и вещей; 4 – место сбора вещей, направляемых на дальнейшую обработку; 5 – раздевалка; 6 – моечная; 7 – радиационный контроль; 8 – выдача чистого белья и одежды; 9 – дозиметрический контроль. → направление следования людей; - - → направление перемещения вещей и одежды.

Общим в организации санитарной обработки людей является установление барьеров между «грязной» и «чистой» зонами.

Условно выделяют два способа удаления РВ с кожных покровов:

- механический – с помощью липких пластырей, индифферентных порошков, ватно-марлевых тампонов;

- химический – путем обработки кожи дезактивирующими составами.

Реально применяются сочетания этих способов, но наиболее эффективным средством очистки кожи являются специальные моющие средства.

Санитарная обработка проводится в следующем порядке:

- снятие СИЗ и одежды;
- мытье рук с мылом и щеткой;
- промывка слизистых оболочек глаз, носа и рта 2 % раствором пищевой соды;
- помывка под душем (сверху вниз) при температуре воды не более 40 °С;
- при необходимости стрижка волос, ногтей;
- полная смена одежды и обуви.

Критерием эффективности санитарной обработки населения является отсутствие радиоактивного загрязнения на поверхности тела и одежде. Поэтому обязательными элементами санитарной обработки являются первичный и повторный (после ее проведения) радиометрический контроль уровней загрязнения кожи.

При наличии остаточного загрязнения проводится повторная помывка (но не более 3 раз) с обязательным дополнительным радиометрическим контролем чистоты кожных покровов.

Двукратная или трехкратная помывка с хозяйственным мылом снижает степень загрязненности на 80–85 %. Дополнительная обработка кожных покровов с помощью препаратов «Защита», пасты ПБ и «Радез» позволяют повысить эффективность дезактивации до 95–98 %.

Если результат санитарной обработки оказался не эффективным, то человека необходимо направить в медицинское учреждение для уточнения характера и степени загрязнения, возможности поступления РВ через кожу и др. По результатам обследования назначается клинико-профилактическое лечение, направленное на ускорение выведения РН из организма.

При обнаружении загрязнений одежды, СИЗ выше допустимых уровней полная санитарная обработка проводится параллельно с дезактивацией одежды, обуви, СИЗ людей, доставившего их транспорта, носилок и т.д.

Для обеспечения РБ в процессе работы пункта санитарной обработки, помимо радиационного контроля лиц, проходящих санитарную обработку, специально назначенным сотрудником проводится контроль:

- мощности дозы γ -излучения и плотности потока β -частиц на рабочих местах;
- уровня загрязнения РВ кожных покровов и одежды работников, помещений, оборудования, транспортных средств, используемых при работе пункта;
- порядка сбора и удаления РАО.

Контроль облучения персонала пункта санитарной обработки проводится по МЭкД внешнего излучения. Для лиц, эквивалентная доза облучения которых может превышать 0,3 ПД для группы А, обязателен индивидуальный дозиметрический контроль [18].

Для эффективного проведения санитарной обработки населения пункты санитарной обработки должны работать в тесном контакте с другими организациями:

- постами радиационного контроля в местах массового прибытия людей (вокзалы, аэропорты), проводящими первичное выявление загрязненных лиц;
- Управлением внутренних дел – для обеспечения порядка, замены документов, предоставления временного жилья, временной прописки;
- Управлением торговли, выделяющим специальные магазины для предоставления пострадавшим чистой одежды взамен грязной;

- прачечными и химчистками – для проведения дезактивации загрязненной одежды;
- спецкомбинатами, обеспечивающими захоронение РАО;
- лечебно-профилактическими учреждениями;
- предприятиями автотранспорта, предоставляющими транспорт в распоряжение пункта.

Ликвидация последствий радиоактивного загрязнения различных поверхностей и сред осуществляется путем проведения дезактивационных работ.

Под *дезактивацией* понимается удаление (снижение концентрации) РВ с загрязненных поверхностей (территории, дорог зданий, сооружений, оборудования, техники, транспортных средств, одежды, обуви, средств индивидуальной защиты и пр.) и из различных сред (воздуха, воды, пищевого сырья, продовольствия и пр.) до допустимых уровней.

Дезактивация проводится с целью снижения уровня воздействия ИИ на персонал аварийного РОО и население до допустимых значений.

В случае поверхностного загрязнения дезактивация ограничивается удалением с поверхности объектов РВ, которые закрепились на ней в результате адгезии и адсорбции. Для дезактивации при глубинном загрязнении необходимо извлечение РВ, проникших вглубь, и затем их удаление.

Дезактивация осуществляется различными способами, которые, с одной стороны, определяются условиями радиоактивного загрязнения, а с другой – условиями самой дезактивации. При выборе способа дезактивации учитываются также особенности объекта.

Классификация способов дезактивации приведена в табл. 35.

Таблица 35

Классификация способов и приемов дезактивации

Способ	Прием проведения
Жидкостный	Струей воды Дезактивирующими растворами (в том числе пеной) Электрическим полем, ультразвуком Стиркой или экстракцией Использованием сорбентов
Безжидкостный	Струей газа (воздуха) Пылеотсасыванием Снятием загрязненного слоя Изоляцией загрязненной поверхности
Комбинированный	Фильтрацией Протираанием щетками, ветошью Паром С помощью затвердевающих пленок

При дезактивации проводится:

- смыв загрязнений с поверхностей зданий и дорог;
- вспашка земельных угодий и пастбищ с целью удаления загрязнения с поверхности в более глубокие слои почвы (желательно ниже уровня развития корневой системы растений);
- снятие поверхностного слоя земли;
- промывка и очистка транспортных средств и оборудования водой и различными моющими средствами с помощью брандспойтов со щетками или с применением других подручных средств;
- фиксация радиоактивно загрязненного материала.

В организации дезактивационных работ предусматривается:

1) определение организации дезактивационных работ:

- оценка радиационной обстановки, опасности загрязненных объектов;
- возможность обеспечения безопасности персонала;
- выполнение требований к дезактивации, объему, срокам;
- стоимость дезактивации;
- наличие сил и средств;

2) проведение собственно дезактивации:

- определение очередности и последовательности дезактивации;
- контроль эффективности;
- определение способов и наличие средств дезактивации.

Выполнение дезактивационных работ предусматривает обязательное проведение первичного и повторного дозиметрического контроля дезактивируемых поверхностей и сред. Эффективность проведения дезактивационных работ оценивается по предельно допустимым уровням радиоактивного загрязнения поверхностей различных объектов γ -излучающими РВ.

При планировании проведения санитарной обработки и дезактивационных работ необходимо предусматривать организацию сбора и хранения РАО в герметичную тару.

Подробно различные методы дезактивации, их преимущества и недостатки рассматриваются в специальных пособиях по дезактивации.

Запрет или ограничение потребления загрязненных пищевых продуктов – введение временных аварийных нормативов на загрязненность пищевых продуктов и питьевой воды, организацию радиационного контроля и информирование населения.

В ранней фазе аварии, когда имеется информация, подтверждающая выброс в атмосферу РН, одновременно с принятием решения об укрытии или эвакуации населения должен быть решен вопрос об ограничении или исключении из питания продуктов, в наибольшей степени подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Предупредительная мера должна основываться на результатах выборочного радиометрического экспресс-контроля, но при отсутствии последнего может носить и волевой характер.

Запрет или ограничение потребления загрязненных пищевых продуктов позволяет снизить дозы внутреннего облучения населения. Он может применяться на ранней и промежуточной фазах аварии, но чаще применяется на поздней, когда в окружающую среду выброшены долгоживущие радиологически значимые РН: изотопы цезия, стронция, урана, плутония. Эта мера включает в себя следующие мероприятия:

- организацию контроля за содержанием РВ в потребляемом населением продовольствии и питьевой воде и выбраковку продовольствия и воды с загрязнениями, превышающими установленные аварийные уровни, эквивалентные аварийным дозовым пределам;

- введение ограничений на потребление отдельных видов продовольствия или воды на загрязненной территории;

- изменение системы обеспечения населения продовольствием и питьевой водой.

Мероприятия могут применяться отдельно друг от друга или в сочетаниях в зависимости от конкретных условий обеспечения населения продовольствием и водой.

Наиболее эффективно на ранней и промежуточной фазах введение ограничений на потребление отдельных категорий пищевых продуктов и воды из конкретных источников водоснабжения. В основном эти ограничения касаются загрязненных продуктов питания, которые являются основой пищевого рациона населения в рассматриваемый период времени, например в летне-осенний период молоко, мясо и свежие овощи, фрукты и ягоды.

Одновременно прекращается производство исходной сельскохозяйственной продукции, в частности, выпас скота, который переводится на стойловое содержание даже при дефиците кормов.

Основными группами населения, на которые распространяется эта мера, являются, прежде всего, дети и беременные женщины. Питание населения в первые дни после аварии должно осуществляться из имеющихся домашних запасов или консервов, а также централизованно, путем завоза чистых продуктов.

Осуществление всего комплекса мер в полном объеме наиболее реально на поздней фазе аварии.

Эвакуация – срочный временный вывод людей из загрязненной местности или местности, которая потенциально может быть загрязнена РВ, с целью предотвращения или снижения дозы облучения относительно высокими кратковременными уровнями ИИ и снижения риска отдаленных последствий.

Эвакуация населения представляет собой наиболее эффективную, но крайнюю защитную меру. Она осуществляется в случае необходимости на протяжении ранней и промежуточной фаз аварии, а также после нахождения населения в укрытиях.

При выборе эвакуации в качестве защитной меры следует учитывать прогнозируемые дозы облучения населения, характер и масштаб аварии, число людей, подлежащих эвакуации, имеющиеся транспортные средства и пути эвакуации, наличие приемных пунктов (их размещение, устройство и оборудование), погодные условия.

Учитывая, что максимальные мощности дозы γ -излучения характерны для начального периода аварии, особенно при наличии в выброшенной смеси короткоживущих нуклидов, то срок начала эвакуации должен быть как можно более ранним.

Решение о проведении общей эвакуации населения из зоны РА принимается главой органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации по докладу руководителя аварийного объекта на основе прогнозируемых данных об уровнях радиационного воздействия на людей.

Критерии принятия решения об эвакуации населения приведены в разд. 8.6. Эвакуация наносит моральный и социальный ущерб населению, а неправильное проведение эвакуации может привести к серьезным нежелательным последствиям (возможны транспортные происшествия, значительные эмоциональные нагрузки, обострение хронических заболеваний). Трудность принятия решения об эвакуации состоит в том, что в связи со сложностью прогноза развития аварийной ситуации и радиационной обстановки необходимо определить, является ли опасность последствий потенциального облучения достаточно высокой, чтобы оправдать риск, связанный с проведением эвакуации.

Эвакуация населения планируется в 2 этапа:

- на 1-м этапе население доставляется от мест посадки на транспорт до промежуточных пунктов эвакуации, расположенных на границе зоны возможного радиоактивного загрязнения;
- на 2-м этапе население выводится с промежуточного пункта эвакуации в спланированные места временного размещения.

Промежуточные пункты эвакуации должны обеспечивать учет, регистрацию, дозиметрический контроль, санитарную обработку, медицинскую помощь и отправку населения к местам временного размещения.

При необходимости на пунктах промежуточной эвакуации проводится замена или специальная обработка одежды и обуви, пересадка населения с «загрязненного» транспорта на «чистый». «Загрязненный» транспорт используется для перевозки населения только на загрязненной территории, «чистый» – для вывоза населения с границы зоны возможного радиоактивного загрязнения до мест временного размещения.

При получении достоверных данных о высокой вероятности возникновения запроектной РА проводится упреждающая (заблаговременная) эвакуация населения с вывозом его непосредственно в места временного размещения, минуя промежуточные пункты эвакуации.

В случае возникновения аварии может быть проведена экстренная эвакуация населения на промежуточные пункты эвакуации. При этом эвакуацию целесообразно проводить без развертывания сборных эвакуопунктов, автотранспорт следует подавать непосредственно к домам в микрорайоны.

В зависимости от охвата населения выделяют общую и частичную эвакуацию. При общей эвакуации вывозу подлежат все категории населения. Частичная эвакуация предусматривает вывоз из зоны нетрудоспособного населения, детей дошкольного возраста, учащихся школ и др. В поздней фазе аварии эвакуация населения не применяется.

Переселение (отселение) – удаление людей из мест их проживания с целью устранения долговременного внешнего и внутреннего облучения в дозах, представляющих опасность для людей и их потомства. Переселение используется в промежуточной фазе аварии при сформировавшемся радиоактивном следе.

Различают временное переселение и постоянное отселение.

Временное переселение может быть не более чем на 2 года и проводится в том случае, когда уровень и характер радиоактивного загрязнения позволяют надеяться, что в силу естественных процессов или в результате проведенных мероприятий загрязнения снизятся до приемлемых уровней, и население может быть возвращено в места постоянного проживания. Эта мера может применяться, если радиоактивное загрязнение обусловлено в большей степени короткоживущими РН.

Постоянное отселение проводится в случае более тяжелой радиационной обстановки, когда население вынуждено покинуть места своего проживания навсегда. Эта мера является наиболее жесткой мерой радиационной защиты и планируется только тогда, когда результирующая мощность сочетанной дозы облучения населения медленно спадает во времени и обусловлена в основном долгоживущими РН.

Однако решение об отселении должно приниматься в случае необходимости как можно раньше, чтобы максимально предотвратить переоблучение людей.

Отселение населения может потребоваться в поздней фазе аварии, если оценка доз облучения, основанная на реальных измерениях мощности дозы внешнего облучения и концентрации РН укажет на возможность превышения установленного ПД с учетом применяемых мер защиты.

9.9. Радиационная защита спасателей, участвующих в ликвидации радиационной аварии и ее последствий

При ликвидации РА и ее последствий необходимо обеспечивать максимально возможную защиту не только населения, но и участников ЛПА (персонала).

Целью радиационной защиты ликвидаторов является снижения радиационного воздействия на них до максимально возможного и оправданного. Установление и поддержание режима РБ для ликвидаторов обеспечивается:

- установлением особого порядка доступа в зону аварии;
- зонированием района аварии;
- целесообразным отбором участников ЛПА и с обязательным их медицинским освидетельствованием;
- установлением определенной последовательности и режима проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- осуществлением радиационного контроля в зонах загрязнения и на выходе в «чистую» зону;
- обеспечением спецодеждой, СИЗ;
- организацией индивидуального дозиметрического контроля и ведением учета доз облучения;
- осуществлением дезактивационных работ;
- проведением общегигиенических мероприятий;
- лечебно-профилактическими мероприятиями;
- оказанием медицинской помощи;
- определением порядка обращения с РАО.

Установление особого порядка доступа в зону аварии персонала, определенной последовательности и режима проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ имеет целью уменьшение распространения радиоактивного загрязнения и исключение необоснованного облучения персонала. При этом определяются порядок доступа персонала в зону РА, пути его перемещения, характер и объем выполняемых работ, время пребывания в зоне, порядок выхода из зоны. По мере уточнения радиационной обстановки порядок доступа и режим проведения аварийно-спасательных работ в зоне аварии может меняться.

Перед началом работ по ЛПА все лица, участвующие в них, должны пройти инструктаж по вопросам РБ с разъяснением характера и последовательности работ. На все работы, связанные с возможным переоблучением персонала, оформляется специальное разрешение – «Наряд-допуск на проведение радиационно-опасных работ» (рис. 6). В нем указываются фамилии, инициалы участников проводимых работ, ответственного за них, предельная продолжительность работы, используемые СИЗ.

После завершения работ на каждого участника ликвидации последствий РА, подвергшегося повышенному облучению, заполняется «Карта предварительного гигиенического расследования». Образец карты выполнен в соответствии с инструкцией «Оказание медицинской помощи пораженным при радиационных авариях и несчастных случаях» (утв. зам. министра здравмедпромышленности РФ от 17.06.1993 г.) [16].

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

«__» _____ 201__ г.

НАРЯД – ДОПУСК № _____
на проведение радиационно-опасных работ

1. Руководитель подразделения (старший группы, команды) _____
с персоналом в количестве _____ чел.
2. Ответственный руководитель _____
3. Место (объект) работы _____
4. Начало работы: ____ часов ____ минут ____ день ____ месяц ____ год
5. Состав подразделения (группы, команды)

№ п/п	Должность	Ф.И.О	Имеющаяся доза облучения, Зв	Разрешенная доза облучения, Зв	Разрешенное время работы, ч, мин	Результат индивидуального дозиметрического контроля по окончании работ, Зв

6. Работа должна быть выполнена с использованием следующих СИЗ: _____

7. Условия контроля и обеспечения радиационной безопасности _____

Руководитель подразделения _____ (инициалы, фамилия)

(подпись)

Ответственный за РБ _____ (инициалы, фамилия)

(подпись)

Рис. 6. Наряд-допуск на проведение радиационноопасных работ.

КАРТА

предварительного гигиенического расследования

1. Фамилия, имя, отчество _____
2. Возраст _____
3. Профессия _____
4. Специальность, стаж работы _____
5. Учреждение _____
6. Город, область _____
7. Дата происшествия (день, ч) _____
8. Дата расследования (день, ч) _____

9. Обстоятельства происшествия:

характеристика технологического процесса рабочих операций;
характеристика источника излучения: для радионуклидов;
вид излучения;
энергия;
выход на распад;
период полураспада;
активность и гамма-постоянная;
для рентгеновских установок и ускорителей – напряжение, сила тока, фильтр ___

_____ время контакта и расположение пострадавшего по отношению к источнику излучения (рисунок, план с указанием расстояния и размеров, планировки основного и смежных помещений): _____

_____ радиационная обстановка в обычных и аварийных условиях _____

_____ размещение источника, планировка и размеры помещений, эффективность защиты _____

_____ учет и хранение радиоактивных веществ _____

_____ наличие и показания приборов индивидуального дозиметрического контроля _____

_____ системы блокировки, их исправность, использование _____

_____ прохождение сотрудниками инструктажа по технике безопасности _____

_____ показания дозиметра (тип) загрязнение кожных покровов (част./см²•мин) _____

10. Предварительное заключение: (облучение внешнее или внутреннее, поступление радиоактивных веществ в организм через органы дыхания, пищеварения, поврежденную кожу или аппликация на коже и слизистых оболочках) _____

11. Ориентировочная максимальная доза (общая, местная).

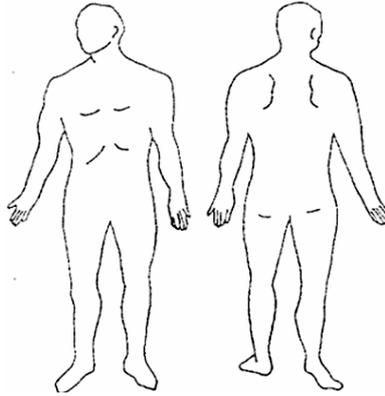
Выводы (соответствующие проводимым работ требования правил и инструкций, основное нарушение)

Подписи:

специалистов (по радиационной гигиене, дозиметрии)
администрации предприятия, представителей полиции

_____ (подпись)

_____ (инициалы, фамилия)



При загрязнении радиоактивными веществами указать соответствующее локализации загрязнение по результатам измерения в част./($\text{см}^2 \cdot \text{мин}$) и уточнить тип загрязнения (α или β).

Ответственность за безопасность при проведении работ по ликвидации последствий РА несут руководитель подразделения спасателей и лицо, ответственное за РБ.

Проведение аварийно спасательных работ должно осуществляться с соблюдением всех возможных мер защиты:

- ограничение времени нахождения в зоне аварии;
- использование СИЗ;
- санитарная обработка;
- дезактивация;
- укрытие на период отдыха;
- контроль индивидуальной дозы облучения персонала;
- медицинская защита (общегигиенические и лечебно-профилактические мероприятия).

Ограничение времени нахождения в зоне аварии складывается из:

- ограничения времени смены;
- ограничения общего времени выполнения аварийно-спасательных работ.

Оно является эффективной мерой радиационной защиты персонала, так как позволяет за счет уменьшения времени контакта с ИИИ снизить дозу облучения. При ограничении времени смены учитывается, что дробное действие больших доз ИИИ в создавшихся условиях менее опасно, чем их однократное воздействие.

При достижении уровня планируемого повышенного облучения персонал должен быть выведен из зоны облучения и заменен в случае необходимости на спасателей, доза облучения которых еще не достигла планируемого повышенного уровня.

Использование СИЗ. Обеспечение спасателей и медицинского персонала эффективными комплектами СИЗ является необходимым условием, без которого невозможно осуществить спасение пораженных и оказание им первой медицинской и первой врачебной помощи без риска поражения самих спасателей и медицинских работников.

Основными вредными факторами, определяющими необходимость применения СИЗ в условиях РА, являются поступление РВ внутрь организма людей и радиоактивное загрязнение кожных покровов, обусловленное радиоактивным загрязнением местности, поверхностей различных объектов и воздуха. Одновременно может возникнуть необходимость защиты людей от токсичных веществ, недостатка кислорода, высокой температуры окружающей среды и других факторов нерадиационной природы, сопровождающих радиационную аварию.

С целью защиты кожи, дыхательных путей и глаз от попадания в них РН персоналу при проведении аварийно-спасательных работ рекомендуется использовать штатные СИЗ [7, 26, 27]:

- спецодежду основную (комбинезоны, костюмы, халаты, шапочки, носки из текстильных материалов) и дополнительную (фартуки, нарукавники, полукombineзоны из специальных пленочных или прорезиненных материалов);
- изолирующие костюмы;
- спецобувь (основная и дополнительная);
- средства защиты рук (резиновые, пленочные, хлопчатобумажные перчатки и рукавицы);
- средства защиты глаз (защитные очки, щитки и др.);
- средства защиты органов дыхания (респираторы, фильтрующие противогазы, изолирующие дыхательные аппараты, пневмомаски, пневмошлемы, пневмокостюмы);
- а также СИЗ органов дыхания (респираторы, фильтрующие противогазы, изолирующие дыхательные аппараты, пневмомаски, пневмошлемы, пневмокуртки и др.);
- предохранительные приспособления (ручные захваты, пояса и др.).

В условиях высоких уровней загрязнения поверхностей β -активными РН применение дополнительных СИЗ должно также существенно снизить β -облучение кожных покровов людей и хрусталика глаз. Это достигается при суммарной поверхностной плотности защитных материалов $0,5-0,6 \text{ г/см}^2$.

Применением СИЗ нельзя обеспечить защиту человека от внешнего гамма-излучения. Эта задача решается только применением защитных инженерных сооружений (укрытий, убежищ, защитных экранов), использованием механизмов для дистанционного проведения работ и строгим ограничением времени нахождения персонала или населения в местах с высокими уровнями мощности дозы гамма-излучения.

При организации индивидуальной защиты следует учитывать, что, наряду с защитным эффектом, некоторые виды СИЗ оказывают нежелательное воздействие на функциональные системы организма человека, затрудняя его теплообмен с окружающей средой или создавая трудности, проявляющиеся в сопротивлении дыханию, давлении лицевых частей СИЗ на мягкие ткани головы, ограничении поля зрения и слуха либо ухудшении разборчивости речи и т.п. Эти факторы имеют особенно большое значение при

выполнении работ с использованием СИЗ в неблагоприятных микроклиматических условиях окружающей среды и при выполнении тяжелых работ в противогазах или изолирующих костюмах. Необходимо учитывать, что использование противогазов существенно повышает тяжесть выполняемых работ. Такие работы требуют предварительных тренировок персонала и строгого соблюдения режима труда и отдыха.

Работы в особо неблагоприятных микроклиматических условиях окружающей среды должны проводиться с использованием СИЗ, обеспечивающих теплоизоляцию или теплозащиту организма человека.

Независимо от типа аварии основной комплект спецодежды, в котором спасатели и персонал медицинских бригад направляются в район аварии, включает:

- костюм или комбинезон со шлемом из хлопчатобумажных или смешанных тканей;
- специальный костюм краткосрочного использования из тканого полотна;
- белье нательное хлопчатобумажное;
- подшлемник или шапочку хлопчатобумажные;
- ботинки или сапоги кожаные;
- носки хлопчатобумажные;
- куртку хлопчатобумажную на утепленной подкладке;
- спальный мешок;
- полотенце.

В холодное время года и при выезде в северные или горные районы дополнительно:

- куртка и брюки утепленные;
- перчатки или рукавицы утепленные;
- сапоги утепленные;
- носки утепленные;
- шапка утепленная.

В дополнение к основному комплекту спецодежды в зависимости от типа аварии в комплект СИЗ включаются перечисленные ниже дополнительные СИЗ.

Для спасателей:

- противогаз изолирующий типа ИП-4, ИП-5;
- респиратор «Лепесток-А» или «Лепесток-А_{пан}» (при их отсутствии – «Лепесток-200»); в зимнее время или при выполнении тяжелых работ – клапанный респиратор, например Ф-62Ш;
- респиратор универсальный РМ-2 (при наличии в воздухе паров радиоактивного йода);
- щиток-экран индивидуальный;
- защитный комплект КР-1У или КЗМ-1, или КЗИМ;
- перчатки резиновые технические в комплекте с перчатками-вкладышами хлопчатобумажными.

На случай необходимости действия в завалах, кроме того, используются:

- каска защитная шахтерская с шахтерской лампой и аккумулятором;
- шахтный самоспасатель ШС-7М.

Для медицинского персонала:

- ◇ респиратор РМ-2, «Лепесток-А» или «Лепесток-А_{пан}» (при их отсутствии – «Лепесток-200»);
- ◇ пленочный полухалат с капюшоном;
- ◇ пленочные бахилы;
- ◇ перчатки резиновые в комплекте со вкладышами. При эвакуации населения из опасной зоны:
- ◇ пленочный плащ с капюшоном;
- ◇ пленочные перчатки.

В зависимости от радиационной обстановки и условий работы могут использоваться как отдельные СИЗ, так и их комбинация. Кроме СИЗ, для защиты персонала могут применяться различные защитные экраны.

Загрязненные в ходе аварии радиоактивными или другими вредными веществами спецодежда и другие СИЗ после аварии в зависимости от местных условий и характера загрязнения либо направляются на дезактивацию, либо рассматриваются как РАО.

Использование механических устройств, средств с дистанционным управлением, робототехники. При проведении спасательных работ и ЛПА необходимо учитывать, что применением СИЗ нельзя обеспечить полную защиту от внешнего γ - и нейтронного излучения. Эта задача может решаться с использованием дистанционных устройств и робототехники.

Санитарная обработка участников аварийно-спасательных работ в условиях РА проводится для ликвидации их загрязнения РВ до достижения уровней, установленных Роспотребнадзором. Допустимые уровни загрязнения кожи, СИЗ и других объектов приведены в табл. 36, 37. Она включает частичную или полную санитарную обработку.

Таблица 36

Предельно допустимые уровни радиоактивного загрязнения поверхностей различных объектов γ -излучающими РВ

Наименование	Мощность дозы, мР/ч
Открытые участки поверхности тела человека	1
Обмундирование, обувь, СИЗ	10
Приборы, оборудование	10
Транспорт	40

Санитарная обработка проводится на санитарно-обмывочных пунктах. Через них должно проходить все движение участников ликвидации аварии из мест временного размещения к аварийному объекту и обратно.

Таблица 37

Допустимые уровни радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений, кожных покровов, спецодежды и других СИЗ персонала, част./(см²·мин)

Объект загрязнения	α-активные нуклиды*		β-активные нуклиды*
	отдельные [@]	прочие	
Неповрежденная кожа, спецбелье, полотенца, внутренняя поверхность лицевых частей СИЗ	2	2	200 [#]
Основная спецодежда, внутренняя поверхность дополнительных СИЗ, наружная поверхность спецобуви	5	20	2000
Поверхность помещений постоянного пребывания персонала и находящегося в них оборудования	5	20	2000
Поверхности помещений периодического пребывания персонала и находящегося в них оборудования	50	200	10 000
Наружная поверхность дополнительных СИЗ, снимаемых в саншлюзах	50	200	10 000

*Для кожных покровов, спецодежды, спецобуви и других СИЗ нормируется общее (снимаемое и неснимаемое) радиоактивное загрязнение. В остальных случаях нормируется только снимаемое загрязнение.

[@]К отдельным относятся α-активные нуклиды, среднегодовая ДОА которых в воздухе рабочих помещений – менее 0,3 Бк/м³.

[#]для Sr⁹⁰ + Y⁹⁰ = 40 част./(см² · мин).

Дезактивация. Общие принципы дезактивация одежды персонала, СИЗ, а также транспортных и иных средств при проведении аварийно-спасательных работ, не отличаются от дезактивационных работ, связанных с населением. Вопросы организации и порядок проведения дезактивации СИЗ и спецодежды изложены в СанПиН 2.2.8.46-03 «Санитарные правила по дезактивации средств индивидуальной защиты» [25].

Для персонала уровни загрязнения верхней одежды и помещений пребывания персонала устанавливаются особо (см. табл. 36, 37).

Эффективность санитарной обработки и дезактивации оценивается проведением радиометрического контроля.

Укрытие персонала в защитных сооружениях проводится с целью защиты от внешнего облучения на период отдыха, если невозможно вывести его за пределы загрязненной зоны.

Контроль индивидуальных доз облучения. Во время всего периода проведения аварийно-спасательных работ должен проводиться контроль индивидуальных доз облучения персонала.

Общегигиенические мероприятия при ликвидации последствий РА выполняются медицинским персоналом поисково-спасательных формирований и включают:

- контроль за соблюдением режима труда и отдыха спасателей, санитарно-гигиенических норм размещения и водоснабжения личного состава,

банно-прачечным обеспечением, полноценностью и регулярностью питания, соблюдением правил личной и коллективной гигиены;

- контроль за обеспеченностью личного состава СИЗ и медицинскими средствами защиты, знанием правил поведения на радиационно загрязненной местности, методов оказания само- и взаимопомощи;

- раннее выявление заболеваний, препятствующих работе в СИЗ, на радиационно загрязненной местности, проявлений дезадаптации, поражений, обусловленных действием радиационного и других неблагоприятных факторов РА;

- организацию обследования спасателей для выявления неблагоприятных изменений в состоянии здоровья в условиях амбулатории или стационара.

Лечебно-профилактические мероприятия в основном включают лекарственную профилактику радиационных поражений у персонала.

Применение медицинских противорадиационных средств защиты участников ЛПА предназначено для уменьшения поражающего действия радиации, поддержания работоспособности при выполнении экстренных работ в ходе ликвидации последствий РА, повышения резистентности организма в условиях нормированного аварийного переоблучения при проведении плановых дезактивационных мероприятий.

В зависимости от условий облучения и характера решаемых задач при РА используются следующие виды лекарственных средств:

- радиопротекторы (средства профилактики ОЛБ);
- средства, предупреждающие поглощение радиоактивного йода щитовидной железой и ускоряющие выведение других РН;
- средства сохранения трудоспособности;
- средства повышения неспецифической резистентности организма.

Порядок и схемы применения этих лекарственных средств подробно описаны во 2-й части учебного пособия.

Медицинская помощь. Оказание медицинской помощи населению и персоналу, пострадавшему в результате РА, имеет общие черты и поэтому здесь не разделяется.

Медицинская помощь – проведение медицинских мероприятий по диагностике, сортировке, лечению и реабилитации лиц, вовлеченных в аварию и, в первую очередь, имеющих клинические проявления радиационных поражений той или иной степени тяжести, а также оказание неотложной медицинской помощи по жизненным показаниям в результате воздействия возможных сопутствующих факторов (травматический шок, кровотечение, стрессовые состояния и т.п.).

Организация медицинской помощи. Основными задачами медицинского обеспечения населения и ликвидаторов на ранней и промежуточной фазах аварии являются:

- оказание первой медицинской помощи;
- выявление лиц, нуждающихся в противолучевой терапии.

Объем и характер необходимой медицинской помощи зависит от тяжести аварии, уровня полученных доз, количества облученных людей. Чем тяжелее авария, больше уровень полученных доз и количество пострадавших, тем меньший объем первой медицинской помощи реально оказать, а для эффективного оказания ее требуется привлечение больших сил.

При планировании медицинской помощи необходимо учитывать:

- наличие медицинских учреждений в зоне аварии и соседних территориях;
- место расположения радиологических центров и клиник;
- техническую возможность транспортировать пораженную часть населения в специальные медицинские центры (наличие транспорта, подъездных путей и др.);
- запасы медикаментов, радиозащитных и специфических противолучевых средств;
- наличие методов диагностики ранних лучевых проявлений.

При организации медицинской помощи пострадавших из зоны РА делят на три категории:

- лица, которые согласно предварительным данным не имеют повреждений и не подверглись облучению;
- лица с любыми признаками лучевой болезни, которых необходимо направить на соответствующее лечение;
- лица с любыми видами лучевой болезни и повреждениями, связанными с радиоактивным загрязнением, которых необходимо направить в специальные клиники.

Первая медицинская помощь населению и ликвидаторам оказывается персоналом медицинской службы аварийно-спасательных формирований и привлекаемых территориальных медицинских служб. Специальная подготовка персонала медицинских учреждений, которые могут быть привлечены к аварийным действиям, планируется и осуществляется заблаговременно.

Медицинское обслуживание населения и ликвидаторов в позднюю фазу аварии осуществляется по специальной программе и охватывает практически все население зоны РА и прилегающих территорий и всех ликвидаторов.

Основными задачами медицинских мероприятий в течение этого периода являются:

- регистрация и обследование людей, оказавшегося в зоне РА, диспансерное наблюдение и выявление лиц, нуждающихся в госпитализации;
- развертывание специализированных отделений и больниц;
- санитарно-гигиенические и противоэпидемические мероприятия.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение радиационной аварии. Какие существуют классификации радиационных аварий?

2. Назовите техногенные и природные причины возникновения радиационных аварий.
3. Дайте определение радиационноопасного объекта. По каким признакам классифицируются радиационноопасные объекты?
4. Назовите фазы радиационной аварии.
5. Какие существуют поражающие факторы радиационной аварии?
6. Назовите основные мероприятия по предупреждению радиационной аварии.
7. Дайте характеристику основным подходам к ликвидации радиационной аварии.

Рекомендуемая литература

1. Аппаратура контроля радиационной обстановки. Общие требования : ГОСТ 29074-91. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации. – М. : Омега, 2009. – 104 с.
3. Грузы опасные. Классификация и маркировка : ГОСТ 19433-88. – М. : Госстандарт СССР. – 1988. – 12 с.
4. Инструктивно-методические указания по служебному расследованию и ликвидации радиационных аварий : № 2206-80 (утв. зам. министра Минздрава СССР, секретарем ВЦСПС, зам. министра МВД СССР 26.09.80 г.). – М., 1980.
5. Категоризация радиоактивных источников / Серия норм МАГАТЭ по безопасности № RS-G-1.9. – Вена, 2005. – 6 с.
6. Кодекс поведения по обеспечению безопасности сохранности радиоактивных источников / IAEA CODEOC, МАГАТЭ. – Вена, 2004.
7. Костюмы изолирующие для защиты от радиоактивных и химически токсичных веществ : СанПиН 2.2.8.47-03. – М. : Минздрав России, 2003. – 22 с.
8. Критерии вмешательства в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации / МАГАТЭ, серия 109. – 1998. – 154 с.
9. Международная шкала оценки опасности событий на АЭС // Атом. энергия. – 1991. – Т. 70, вып. 1. – С. 3–8.
10. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : СанПиН 2.6.1. 2523-09. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
11. О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии [приказ Минздравмедпрома РФ от 14.03.1996 г. № 90] / под ред. И.С. Мильниковой. – М. : Агар, 1997. – 87 с.
12. О представлении внеочередных донесений о чрезвычайных ситуациях санитарно-эпидемиологического характера : приказ Минздравсоцразвития России от 31.05.2005 г. № 376.
13. О радиационной безопасности населения : Федер. закон РФ от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ. – М., 1996.
14. Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядке проведения этих осмотров (обследований) : приказ Минздравсоцразвития РФ от 16.08.2004 г. № 83.

15. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с радиоактивно-загрязненными транспортными средствами и незаявленными радиоактивными грузами, обнаруженными (выявленными в процессе железнодорожных перевозок : метод. указания. – М. : Упр. Роспотребнадзора по жел.-дор. трансп., 2007. – 64 с.
16. Оказание медицинской помощи пораженным при радиационных авариях и несчастных случаях : инструкция (утв. зам. министра Минздравмедпрома РФ 17.06.1993 г.). – М., 1993.
17. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) : СанПиН 2.6.1.2612-10. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
18. Положение о пункте радиационного контроля и дезактивации людей. – СПб. : НИИ РГ, 1991. – 19 с.
19. Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов / Сер. норм безопасности МАГАТЭ, № TS-R-1. – Вена, 2005.
20. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (утв. на пятнадцатом заседании Совета по железнодорожному транспорту государств – участников СНГ 05.04.1996 г.) (с изм., принятыми на 22-м и 41-м заседаниях Совета по жел.-дор. трансп. государств – участников Содружества). – М., 2002.
21. Радиационно-гигиенические аспекты радиационных аварий : учеб. пособие / под ред. Т.Б. Балтруковой, Б.А. Барина ; С.-Петербург. гос. мед. акад. последиплом. образования. – СПб. : Изд-во СПбМАПО, 2009. – Ч. I. – 180 с. ; 2010. – Ч. II. – 167 с.
22. Руководство по организации санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий при крупномасштабных радиационных авариях / авт. кол.: Г.М. Аветисов, С.Ф. Гончаров, М.И. Грачев [и др.] ; под общ. ред. Л.А. Ильина ; Всерос. центр медицины катастроф «Защита», Гос. науч. центр РФ – Ин-т биофизики. – М. : ВЦМК «Защита», 2000. – 242 с.
23. Руководство по организации санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий при крупномасштабных радиационных авариях : прил. к приказу Минздрава РФ от 24.01.2000 г. № 20. – М., 2000.
24. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002) : 2.6.6. Радиоактивные отходы : СП 2.6.6.1168-02 : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 16.10.2002 г. / Минздрав РФ. – СПб. : Деан, 2003. – 63 с.
25. Санитарные правила по дезактивации средств индивидуальной защиты : СанПиН 2.2.8.46-03. – М. : Минздрав России, 2003.
26. Средства индивидуальной защиты кожных покровов персонала радиационно-опасных производств : СанПиН 2.2.8.49-03. – М. : Минздрав России, 2003. – 9 с.
27. Средства индивидуальной защиты органов дыхания персонала радиационно-опасных производств : СанПиН 2.2.8.48-03. – М. : Минздрав России, 2003. – 8 с.
28. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения : ГОСТ Р 22.0.05-94. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – IV, 12 с. – (Безопасность в чрезвычайных ситуациях).
29. Установление категории потенциальной опасности радиационного объекта : метод. указания : МУ 2.6.1.2005-05. – М. : Минздрав России, 2005. – 8 с.
30. ICRP-64. Protection from Potential Exposure // JAICRP 23(1). – 1993.

Глава 10. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕДИЦИНСКИХ РЕНТГЕНО- РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

10.1. Экология человека и проведение медицинских рентгенорадиологических исследований

В настоящее время установлено, что основной вклад в дозу, получаемую человеком от техногенных источников радиации, вносят медицинские процедуры. Коллективная эквивалентная доза в год для всего населения Земли оценивается в этом случае величиной 1,6 млн Зв/человек, или около $\frac{1}{5}$ дозы от естественного фона. В табл. 38 представлены ориентировочные дозы, которые получают люди при медицинских процедурах.

Таблица 38

Ориентировочные значения поглощенной дозы
при медицинских процедурах (сЗв)

Медицинская процедура	Поглощенная доза
Флюорография легких	2
Рентгеновский снимок зубов (ортопантография)	5
Рентгеноскопия органов грудной полости	10
Рентгеноскопия органов брюшной полости	15
Лечение злокачественных опухолей	До 5000

Эта доза по-разному распределяется среди жителей разных стран. Наибольший вклад в коллективную дозу от источников медицинского назначения вносят диагностические обследования, которым ежегодно подвергаются сотни миллионов людей. В среднем при медицинских обследованиях на одного жителя Земли в 1 год приходится доза облучения, эквивалентная 0,4 мЗв.

Наиболее распространенным видом излучения, применяемым в диагностической практике, являются рентгеновские лучи. Согласно данным по развитым странам, на каждую 1000 жителей приходится от 300 до 900 обследований в год, и это не считая рентгенологических обследований зубов и массовой флюорографии. Внедрение технических усовершенствований (компьютерной томографии, использования более чувствительных пленок, электрографии, рационального экранирования и пр.) позволяет резко снизить дозы облучения без уменьшения диагностической и лечебной эффективности процедур.

Радиоизотопы применяются для исследования различных процессов, протекающих в организме, и для локализации опухолей. За последние годы их применение сильно возросло, но все же они используются реже, чем

рентгенологические исследования: в промышленно развитых странах на 1000 населения приходится около 10–40 радиоизотопных исследований. Как это не парадоксально звучит, но одним из наиболее эффективных методов лечения опухолевых заболеваний является лучевая терапия.

Медицинское облучение охватывает все способы профилактического, диагностического и терапевтического радиационного воздействия на пациента. Оно является, наряду с природным, главным антропогенным фактором облучения населения. В России вклад медицинского облучения в суммарную популяционную дозу составляет около $\frac{1}{3}$, хотя терапевтическое облучение в нем не учитывается. Медицинское облучение населения России на 98 % формируется за счет профилактических и диагностических рентгенологических исследований, охватывающих практически все категории населения. По ожидаемым радиобиологическим эффектам медицинское облучение превосходит все другие виды облучения вместе взятые, так как оно является, как правило, острым в отличие от остальных, которые в большинстве своем являются хроническими. При рентгенорадиологических исследованиях дозы у пациентов формируются за секунды/минуты или часы, в то время как облучение населения от природных, техногенных и даже аварийных источников излучения происходит сравнительно равномерно в течение месяцев, лет, десятилетий.

Долгое время считалось, что польза от рентгенорадиологического исследования намного превосходит гипотетический ущерб от облучения, что предопределило почти бесконтрольное массовое постоянно возрастающее применение, например, рентгеновских исследований. В результате СССР, а с ним и Россия, вышли на первое место в мире по частоте проведения стандартных рентгенологических исследований на душу населения и продолжали наращивать этот показатель, в то время как во всем развитом мире этот процесс шел в противоположную сторону. Так, например, общее количество проводимых профилактических пленочных флюорографических исследований в СССР, несмотря на негативное отношение к ним Всемирной организации здравоохранения, стало сопоставимым с их количеством во всем остальном мире.

Вводимые количества радиофармацевтических препаратов (РФП) для радиодиагностических исследований нередко превышают потребные величины для получения необходимой диагностической информации и т. д.

Поэтому в медицинской рентгенорадиологии имеются наибольшие потенциальные возможности снижения как индивидуальных доз облучения пациента, так и общего уровня облучения населения, без какого-либо ущерба для необходимого количества и качества диагностической информации. Практическая реализация этого подхода равносильна предотвращению многих тысяч случаев радиогенного рака ежегодно и, соответственно, сохранению многих лет полноценной человеческой жизни.

Согласно современной линейной беспороговой гипотезе биологического действия ионизирующего излучения, любая малая доза облучения увеличивает риск возникновения стохастических (генетических, канцерогенных) эффектов, которые могут проявиться по прошествии многих лет после облучения. Соответственно любая радиационная процедура намеренного облучения человека допустима только при условии, что связанный с ней риск будет, как минимум, полностью компенсирован полезным эффектом, извлекаемым в результате этой процедуры.

В диагностической практике польза, получаемая пациентом от проведенного ему рентгенорадиологического исследования, выражающаяся в постановке правильного и своевременного диагноза, как правило, превосходит вред от сравнительно небольших доз облучения, которыми сопровождается подавляющее большинство таких исследований. Поэтому ни отечественные, ни международные нормативные акты в области радиационной защиты не предусматривают индивидуальные дозовые пределы для медицинского диагностического облучения. Формальное установление подобных пределов могло бы воспрепятствовать проведению необходимых по клиническим показаниям рентгенологических исследований и, тем самым, нанести гораздо больший ущерб здоровью пациента, чем гипотетические отсроченные вредные последствия диагностического облучения.

На медицинское диагностическое облучение, однако, полностью распространяется действие двух других главных принципов радиационной безопасности, предусматривающих исключение всякого необоснованного облучения и снижение дозы до минимально достижимого уровня. Это означает, что во всех случаях необходимо стремиться к ограничению уровня медицинского облучения населения путем разумного уменьшения числа лиц, подвергающихся облучению, и снижения индивидуальных доз у каждого облучаемого пациента.

10.2. Система обеспечения радиационной безопасности

Система обеспечения радиационной безопасности при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований основывается на соблюдении основных принципов радиационной безопасности пациентов, персонала и населения и выполнении ряда специальных мероприятий.

Принципы радиационной безопасности [3]: нормирования, обоснования и оптимизации.

Принцип нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан. Реализуется установлением гигиенических нормативов (допустимых пределов доз) облучения. Принцип нормирования должен соблюдаться всеми юридическими и физическими лицами, от которых зависит уровень облучения людей.

Для персонала предельная годовая эффективная доза равна 20 мЗв или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв (1 зиверт); допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 50 мЗв при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за 5 последовательных лет, не превысит 20 мЗв [3, 8].

Для женщин из персонала в возрасте до 45 лет эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв/мес [8].

Для пациентов принцип нормирования не применяется (их безопасность обеспечивается применением принципов обоснования и оптимизации).

Для практически здоровых лиц годовая эффективная доза при проведении профилактических медицинских рентгенологических процедур и научных исследований не должна превышать 1 мЗв [8].

Принцип обоснования – запрещение использования ионизирующего излучения, при котором полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда от этого облучения. При проведении рентгенологических исследований реализуется с учетом следующих требований:

- приоритетное использование альтернативных (нерадиационных) методов;
- проведение рентгенодиагностических исследований только по клиническим показаниям;
- выбор наиболее щадящих методов рентгенологических исследований;
- риск отказа от рентгенологического исследования должен заведомо превышать риск от облучения при его проведении.

Принцип оптимизации при проведении рентгенодиагностических исследований включает ограничение уровней облучения персонала и пациентов ниже дозовых пределов путем поддержания доз облучения на таких низких уровнях, какие только возможно достичь технически при условии обеспечения необходимого объема и качества диагностической информации. Оптимизация направлена на снижение как индивидуальных, так и коллективных доз облучения, с учетом социальных и экономических факторов; она обеспечивается как выбором методик исследования и режимов работы рентгеновского аппарата, так и защитой пациентов, персонала и лиц из населения.

Анализ вклада рентгенорадиологических методов диагностики и лечения в коллективную дозу облучения показывает, что основную долю вносят рутинные рентгенодиагностические исследования – 65 %, рентгенодиагностика в травматологии – 27 %, вклад сложных радиоизотопных исследований и лучевой терапии невелик – 4 % (табл. 39). Эти исследования позволяют наметить основные пути снижения коллективных доз облучения для медицинских работников.

Пределы доз для персонала и населения и ограничение облучения пациентов. Дозы облучения персонала групп А и Б и населения при работе с источниками ионизирующего излучения не должны превышать основных

пределов доз, установленных [8], значения которых приведены в табл. 1. Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий (на эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения).

Таблица 39

Коллективные дозы облучения различных профессиональных групп [11]

Исследование/операция	Коллективная доза, Зв/человек	Доля от суммарной дозы, %
Рентгенодиагностические исследования обычного профиля	240	65
Рентгенодиагностические исследования в травматологии	100	27
Сложные рентгенодиагностические исследования	65	4
Радиоизотопная диагностика	15	4
Методы лучевой терапии	-	
Суммарная доза	370	100,0

Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием источников излучения, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

Эффективная доза облучения работника, накопленная за период трудовой деятельности (50 лет), не должна превышать 1000 мЗв. Для пациентов пределы доз облучения с диагностическими (как и терапевтическими) целями не устанавливаются [8, 9]. Это обусловлено добровольным характером исследования, преимущества от выполнения которого для здоровья больного (улучшение диагностики и лечения) должны превышать величину радиационного ущерба. Поэтому для радиационной защиты пациента необходимо выполнять требования основных принципов радиационной безопасности – обоснования и оптимизации.

Обязанности администрации. За последние 15 лет в России случаев аварийных ситуаций с медицинским персоналом при использовании источников излучения не наблюдалось. Однако знание наиболее вероятных причин возникновения аварий позволит администрации проводить их предупреждение. Анализ случаев аварий с облучением персонала в медицинских учреждениях за 30 лет выявил структуру их основных причин [11]:

- отказ системы перемещения источников (особенно при эксплуатации опытных образцов радиационной техники – дистанционных терапевтических аппаратов) – 50 %;
- нарушение правил хранения и транспортировки источников – 20 %;
- отказ системы блокировки – 18 %;
- нарушение инструкций по монтажу и наладке радиационной техники.

При проведении рентгенорадиологических диагностических процедур администрация учреждения (больницы, другой организации) обеспечивает:

- планирование и осуществление мероприятий по обеспечению радиационной безопасности;
- осуществление контроля радиационной обстановки на рабочих местах, в помещениях и на территории учреждения;
- осуществление индивидуального контроля и учета индивидуальных доз облучения пациентов и профессионального облучения персонала в рамках единой государственной системы контроля (ЕСКИД) и учета индивидуальных доз облучения;
- проведение обучения, регулярной переподготовки и аттестации руководителей и исполнителей работ в подразделениях радионуклидной диагностики, специалистов службы радиационной безопасности, а также других лиц, постоянно или временно выполняющих работы с источниками излучения, по вопросам обеспечения радиационной безопасности;
- регулярное проведение инструктажа и проверки знаний персонала в области радиационной безопасности;
- проведение предварительного (при поступлении на работу) и периодических (не реже одного раза в год) медицинских осмотров персонала;
- регулярное информирование персонала об уровнях облучения на рабочих местах и величинах полученных индивидуальных доз профессионального облучения;
- своевременное информирование органов Роспотребнадзора РФ о радиационных авариях;
- выполнение санитарно-эпидемиологических заключений и предписаний органов Роспотребнадзора;
- реализацию прав граждан в области обеспечения радиационной безопасности;
- осуществление производственного контроля, включая контроль качества.

10.3. Обеспечение радиационной безопасности при рентгенологических исследованиях

В соответствии с классификацией радиационных объектов по потенциальной опасности рентгеновские кабинеты (отделения) относятся к IV категории опасности. К этой категории относятся объекты, при аварии на которых возможно радиационное воздействие на человека, которое ограничивается помещениями, где проводятся работы с источником излучения [1, 4, 6, 9].

Меры обеспечения радиационной безопасности в рентгеновском кабинете. Радиационная безопасность работы в рентгеновском кабинете обеспечивается:

- применением рентгеновской аппаратуры и оборудования, отвечающих требованиям технических и санитарно-гигиенических нормативов;

- использованием оптимальных физико-технических параметров работы рентгеновских аппаратов при рентгенологических исследованиях;
- применением соответствующих нормативам стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты персонала, пациентов и населения;
- дозиметрическим контролем с фиксацией доз облучения персонала и пациентов.

Обеспечение радиационной безопасности при проведении рентгенологических исследований включает:

- обучение персонала теоретическим основам радиационной безопасности, методам и средствам обеспечения радиационной безопасности;
- информирование пациентов о дозовых нагрузках, возможных последствиях облучения, принимаемых мерах по обеспечению радиационной безопасности.

Международные нормы безопасности требуют, чтобы медицинский персонал имел надлежащую подготовку, в которую следует включать физику, технику, биологию и радиационную защиту с обеспечением уровня знаний, достаточного для компетентного выполнения ими возложенных на них обязанностей и обеспечения эффективности при аварийных действиях.

Для проведения рентгенологических исследований может использоваться только аппаратура, удовлетворяющая нормативным требованиям в области радиационной безопасности, имеющая положительное санитарно-эпидемиологическое заключение, зарегистрированная федеральным органом исполнительной власти в области здравоохранения и включенная в реестр изделий медицинского назначения в Российской Федерации. Все применяемые методы лучевой диагностики должны быть утверждены федеральным органом исполнительной власти в области здравоохранения. В описании методов должны быть отражены оптимальные режимы выполнения процедур и уровни облучения пациента при их выполнении.

Проведение рентгенологических исследований лечебно-профилактическими учреждениями, другими юридическими и физическими лицами осуществляется при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий труда с источниками ионизирующих излучений санитарным правилам. При закупке и эксплуатации рентгеновских аппаратов должно быть предусмотрено определение индивидуальных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований. В санитарно-эпидемиологическом заключении на рентгеновский аппарат указывается на необходимость (или отсутствие необходимости) комплектации аппарата средствами определения индивидуальных доз облучения пациентов. Средства для определения индивидуальных доз облучения пациентов могут быть как автономные, так и введенные в конструкцию рентгеновского аппарата или в рабочее место рентгенолога. При испытаниях эксплуатационных параметров рентгеновских аппаратов и проведении радиационно-

го контроля, включая определение индивидуальных доз облучения пациентов и персонала, используются средства, имеющие действующие свидетельства о поверке.

Планирование и осуществление мероприятий по обеспечению радиационной безопасности включает:

- осуществление производственного контроля за радиационной обстановкой на рабочих местах, в помещениях, на прилегающей территории;
- проведение индивидуального контроля и учет индивидуальных доз персонала и пациентов;
- проведение подготовки и аттестации руководителей и исполнителей работ, специалистов, осуществляющих производственный контроль, других лиц, постоянно или временно выполняющих работы с рентгеновскими аппаратами, по вопросам обеспечения радиационной безопасности;
- организацию, проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических медосмотров персонала;
- регулярное информирование персонала об уровнях ионизирующего излучения на рабочих местах и величине полученных индивидуальных доз облучения;
- своевременное информирование федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление, государственный надзор и контроль в области радиационной безопасности, а также органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации об аварийных ситуациях;
- выполнение заключений, предписаний должностных лиц уполномоченных на то органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление, государственный надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности;
- реализацию прав граждан в области обеспечения радиационной безопасности (в частности, путем получения врачом информированного согласия пациента на процедуру и получения пациентом информации о полученной дозе).

Ответственной за обеспечение радиационной безопасности, техники безопасности и производственной санитарии при эксплуатации рентгеновских аппаратов и кабинетов является администрация учреждения.

Проектирование, строительство, изготовление технологического оборудования и средств радиационной защиты рентгеновского кабинета осуществляются организациями, имеющими специальные разрешения (лицензии), выданные уполномоченными органами. Организация, получившая медицинский рентгеновский аппарат, должна известить об этом орган санитарно-эпидемиологического надзора в 10-дневный срок.

Администрация учреждения обеспечивает сохранность рентгеновских аппаратов и такие условия их получения, хранения, использования и списания, при которых исключается возможность их утраты или бесконтроль-

ного использования. Администрация учреждения ведет радиационно-гигиенический паспорт организации в установленном порядке.

Обеспечение радиационной безопасности пациентов. Радиационная безопасность пациентов должна быть обеспечена при всех видах медицинского облучения (диагностического, профилактического, лечебного, научно-исследовательского) путем достижения максимальной пользы от рентгенорадиологических процедур и минимизации радиационного ущерба при превосходстве пользы для облучаемых над вредом.

Пациент имеет право отказаться от рентгенологических процедур, за исключением профилактических исследований, проводимых по специальному решению в целях выявления заболеваний, опасных в эпидемиологическом отношении. При проведении рентгенологических исследований контроль индивидуальных доз облучения пациентов обязателен. Учет полученных эффективных доз осуществляется в установленном порядке в рамках Единой системы контроля индивидуальных доз облучения (ЕСКИД). Ограничение облучения обеспечивается путем практического применения врачом-рентгенологом двух принципов радиационной безопасности – обоснования и оптимизации.

Принцип обоснования требует, чтобы польза, получаемая пациентом от проведенного ему рентгенологического исследования, выражающаяся в постановке правильного и своевременного диагноза, превосходила вред, причиненный здоровью, за счет применения сравнительно небольших доз облучения, использования защиты и т.д. Правильное лечение переломов, опухолей, заболеваний внутренних органов и т.п. может предотвратить потерю большого числа лет полноценной жизни, тогда как облучение в результате исследования связано с гипотетическим риском, не превышающим уровень обычных рисков нашей повседневной жизни (и много меньшим, чем риск от курения). Поэтому нормативные акты в области радиационной безопасности не предусматривают дозовых пределов диагностического облучения. Важно, чтобы на исследование отбирались лица, имеющие прямые медицинские показания, т.е. могущие извлечь реальную пользу для своего здоровья из полученной диагностической информации. Формальное установление подобных пределов могло бы воспрепятствовать проведению необходимых по клиническим показаниям рентгенологических исследований и, тем самым, нанести гораздо больший ущерб здоровью пациента, чем гипотетические отсроченные вредные последствия диагностического облучения.

Правильное определение показаний к проведению рентгенологического исследования (РЛИ) означает, что польза от проведения такого исследования должна превышать вред от его воздействия, а информация, полученная в ходе исследования, будет нужна лечащему врачу для правильного ведения (лечения) пациента. При этом альтернативные (нерадиационные) методы диагностики либо отсутствуют, либо их нельзя применить, либо по-

лучаемая с их помощью информация является недостаточной. Направление пациента на медицинские РЛИ проводится только по назначению врача и с согласия пациента. Окончательное решение о проведении соответствующей процедуры принимает врач-рентгенолог. Врачи, выполняющие медицинские РЛИ, должны знать ожидаемые уровни доз облучения пациентов, возможные реакции организма и риски отдаленных последствий.

При назначении РЛИ лечащий врач должен:

а) обосновать проведение РЛИ таким образом, чтобы необходимость конкретной визуализации стала очевидной для рентгенолога, который несет ответственность за целесообразность проведения исследования;

б) указать предварительный диагноз (с записью в амбулаторной карте или истории болезни), при котором возможна визуализация патологического изменения в организме;

в) иметь представление о распространенности в данном месте того или иного заболевания и его рентгенологической визуализации;

г) быть осведомленным о показаниях и противопоказаниях для проведения данного РЛИ;

д) знать дозу облучения, которую получит пациент;

е) предоставить информацию (по требованию пациента) о возможных последствиях облучения.

При назначении РЛИ лечащий врач должен руководствоваться следующими положениями:

- данными клинического обследования;
- лабораторными анализами;
- историей болезни.

При проведении РЛИ врач-рентгенолог должен руководствоваться следующими положениями:

1) отказаться от проведения РЛИ в случае необоснованного направления или диагноза, при котором невозможна визуализация патологического очага, а также при других нарушениях правил направления пациентов на РЛИ, поставив предварительно в известность врача и зафиксировав мотивированный отказ в амбулаторной карте или истории болезни, объявив свой отказ пациенту;

2) принимать окончательное решение о методе и объеме РЛИ;

3) нести ответственность за проведение РЛИ;

4) качественно с минимальной дозой провести РЛИ;

5) протоколировать предварительный диагноз и результаты проведения РЛИ (в журнале регистрации РЛИ);

6) указать заключительный диагноз (в журнале регистрации РЛИ, амбулаторной карте или истории болезни);

7) зафиксировать полученную эффективную дозу облучения пациента (в амбулаторную карту или историю болезни, а также в индивидуальную карту учета доз облучения пациента).

Проведение РЛИ пациента без вышеуказанных записей в соответствующих документах не допускается.

По требованию пациента ему предоставляется полная информация об ожидаемой или о полученной им дозе облучения, возможных последствиях облучения и отказа от исследования. Таким образом, он сам может судить об обоснованности предлагаемого исследования. Право на принятие решения о применении рентгенологических процедур в целях диагностики предоставляется пациенту или его законному представителю.

Медицинский персонал не имеет права прямо или косвенно способствовать увеличению облучения пациента в целях, отличных от получения необходимой диагностической информации, например, для сокращения собственного профессионального облучения.

Принцип оптимизации защиты заключается в том, что все дозы должны поддерживаться на таких низких уровнях, какие только можно разумно достичь с учетом экономических и социальных факторов. В частности, принцип подразумевает, что эффективные дозы облучения пациентов должны соответствовать «контрольным уровням», установленным для данного вида исследования (процедуры) и, желательно, на данном аппарате.

Поскольку пациенты сознательно облучаются источниками излучения, при оптимизации защиты приоритет нужно отдавать получению надежной диагностической информации. Поэтому анализ возможности снижения доз пациентов следует производить параллельно с оценками обеспечиваемого качества изображения. Необходимо осуществлять подбор параметров исследования, соответствующих предполагаемому повреждению и телосложению пациента. При всех видах РЛИ размеры поля облучения должны быть минимальными, время проведения – возможно более коротким, но не снижающим качества исследования. Это надо иметь в виду и при использовании современных цифровых аппаратов, в которых избыточная экспозиция не снижает качество изображения, что, при недостаточном внимании персонала, создает возможность систематического избыточного облучения пациентов.

Пути уменьшения доз пациентов также включают:

- замену устаревших рентгеновских аппаратов на современные;
- качественное сервисное обслуживание медицинской техники;
- приобретение полного комплекта средств индивидуальной защиты;
- использование высокочувствительных пленок и современного вспомогательного оборудования;
- повышение квалификации специалистов.

Так, проверка рентгеновской техники в ряде территорий РФ, включая Москву и Санкт-Петербург, показала, что от 20 до 85 % действующих аппаратов работают с отклонениями от режимов, указанных в технических условиях. Около 15 % аппаратов невозможно отрегулировать, дозы облучения пациентов в 2–3 раза выше, чем при их нормальной эксплуатации

(т. е. они должны быть списаны). Стратегия снижения дозовых нагрузок при проведении РЛИ предусматривает переход на цифровые технологии, прежде всего, при проведении профилактических процедур. Дозовые нагрузки при этом снизятся в 1,3–1,5 раза. При пленочной технологии важна организация фотолабораторного процесса: подбор типа пленки в зависимости от области обследования и вида рентгенологической процедуры: наличие современных средств обработки пленок. Это позволяет за счет снижения дублирования снимков и оптимизации комбинаций «экран–пленка» снизить дозовые нагрузки на пациентов на 15–25 %.

При компьютерной томографии (КТ) даже внедрение автоматического контроля экспозиции не освобождает оператора полностью от контроля параметров сканирования. Параметры сканирования должны основываться на медицинских показаниях, возрасте пациента и области исследования. Снижение напряжения уменьшает дозу, но повышает уровень шума. В ситуациях, когда ожидается малый контраст между поражением и фоном (например, метастазы в печени), требуется понизить уровень шума, что достигается повышением напряжения (и дозы). В ситуациях с высоким контрастом (обычное исследование грудной клетки, живота, КТ-колонография, оценка камней почки и др.) исследования можно проводить при несколько более высоком уровне шума. Целесообразно снижать дозу у молодых пациентов с доброкачественными заболеваниями, но при жизнеугрожающих состояниях и у пациентов со злокачественными болезнями следует использовать стандартные протоколы, так как высокий уровень шума может понизить точность диагностики. При проведении КТ медперсоналу доступны следующие меры снижения дозы облучения пациентов:

- проверка медицинских показаний и ограничение протяженности исследуемой области;
- подбор параметров исследования, соответствующих размерам сечения тела пациента;
- существенное снижение значений mAs и напряжения на трубке при исследовании детей;
- использование pitch более 1 при однослойной томографии, реконструкция перекрывающихся срезов вместо выполнения томографии с перекрывающимися срезами;
- выбор подходящих параметров реконструкции изображений;
- применение z-фильтрации на мультиспиральных компьютерах.

Аналогичные соображения справедливы для любого вида рентгенологических исследований.

В целях защиты кожи при РЛИ устанавливаются минимальные допустимые расстояния от фокуса рентгеновской трубки до поверхности тела пациента. Это связано с тем, что оптимизация по эффективной дозе не обеспечивает необходимого уровня защиты ограниченной массы тканей

(кожи) в связи с малой, в этом случае, величиной взвешивающего коэффициента для тканей.

При РЛИ обязательно проводится экранирование области таза, щитовидной железы, глаз и других частей тела, особенно у лиц репродуктивного возраста. У детей ранних возрастов должно быть обеспечено экранирование всего тела за пределами исследуемой области.

В случае необходимости оказания больному скорой или неотложной помощи рентгенологические исследования производятся в соответствии с указанием врача, оказывающего помощь.

При направлении на санаторно-курортное лечение в санаторно-курортные карты вносятся результаты РЛИ и дозы облучения, полученные при наблюдении за больным в предшествующий год. При направлении на врачебно-трудовую экспертную комиссию прилагаются данные РЛИ, проведенных в процессе наблюдения за больным.

Меры радиационной безопасности при обследовании женщин и детей. При направлении женщин в детородном возрасте на РЛИ лечащий врач и рентгенолог уточняют время последней менструации с целью выбора времени проведения рентгенологической процедуры. РЛИ желудочно-кишечного тракта, урографию, рентгенографию тазобедренного сустава и другие исследования, связанные с лучевой нагрузкой на гонады, рекомендуется проводить в течение первой декады менструального цикла.

РЛИ у беременных проводятся с использованием всех возможных средств и способов защиты таким образом, чтобы доза, полученная плодом, не превысила 1 мЗв за 2 мес невыявленной беременности. В случае получения плодом дозы, превышающей 100 мЗв, врач обязан предупредить пациентку о возможных последствиях и рекомендовать прервать беременность. Назначение беременных на РЛИ производится только по клиническим показаниям. Исследования должны, по возможности, проводиться во вторую половину беременности, за исключением случаев, когда должен решаться вопрос о прерывании беременности или необходимости оказания скорой или неотложной помощи. При подозрении на беременность вопрос о допустимости и необходимости рентгенологического исследования решается, исходя из предположения, что беременность имеется. Беременных не допускается привлекать к участию в РЛИ (поддерживание ребенка или тяжелобольного родственника).

При достижении накопленной дозы медицинского диагностического облучения пациента 500 мЗв должны быть приняты меры по дальнейшему ограничению его облучения, если лучевые процедуры не диктуются жизненными показаниями. При получении лицами из населения эффективной дозы облучения за 1 год более 200 мЗв или накопленной дозы более 500 мЗв от одного из основных источников облучения, или 1000 мЗв от всех источников облучения необходимо специальное медицинское обследование, организуемое органами управления здравоохранением.

С целью предотвращения необоснованного повторного облучения пациентов на всех этапах медицинского обслуживания учитываются результаты ранее проведенных рентгенологических исследований и дозы, полученные при этом в течение года. При направлении больного на РЛИ, консультацию или стационарное лечение, при переводе больного из одного стационара в другой результаты рентгенологических исследований (описание, снимки) передаются вместе с индивидуальной картой. Произведенные в амбулаторно-поликлинических условиях рентгенологические исследования не должны дублироваться в условиях стационара. Повторные исследования проводятся только при изменении течения болезни или появлении нового заболевания, а также при необходимости получения расширенной информации о состоянии здоровья.

Дети обладают повышенной радиочувствительностью к ионизирующему излучению (в среднем в 2–3 раза). Следует предпочитать использование нерадиационных (ультразвуковых и магнитно-резонансных) методов исследования. При обследовании детей строго по показаниям следует использовать все методы ограничения и снижения радиационного воздействия. Недопустимы ситуации, когда клиническому обследованию ребенка в обязательном порядке сопутствует рентгенологическое обследование. Использование средств индивидуальной защиты является важнейшим аспектом снижения доз облучения у детей. В первую очередь это относится к защите гонад, глаз, щитовидной железы и др. Другие радиочувствительные органы (легкие, молочную железу у девочек, органы брюшной полости) можно защищать использованием обратной проекции. У новорожденных и грудных детей необходимо закрывать все тело за исключением области исследования.

При РЛИ у детей младшего возраста применяются специальные иммобилизирующие приспособления, исключающие необходимость в повторных снимках. При отсутствии специального приспособления поддержание детей во время исследования может быть поручено родственникам не моложе 18 лет. Все лица, помогающие при таких исследованиях, должны быть предварительно проинструктированы и снабжены средствами индивидуальной защиты от излучения.

Дети до 14 лет и беременные не подлежат профилактическим РЛИ. Возраст детей, подлежащих профилактическим рентгенологическим исследованиям, может быть снижен до 12 лет лишь в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки. Такое решение принимается областным, краевым (республиканским) управлением здравоохранения по согласованию с органом государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Обеспечение радиационной безопасности персонала. Радиационная безопасность персонала рентгеновского кабинета обеспечивается:

- знанием и соблюдением правил работы с источниками излучения;

- соблюдением установленных допустимых (контрольных) уровней излучения и пределов дозы, а также ограничением времени работы с источниками излучения;

- организацией радиационного контроля;
- применением индивидуальных средств защиты;
- организацией системы информации о радиационной обстановке;
- выбором оптимальных условий проведения РЛИ;
- ограничениями допуска к работе с источниками излучения (по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения).

Соблюдение установленных пределов дозы и допустимых (контрольных) уровней излучения обеспечивается организацией постоянного радиационного контроля. Уровни облучения персонала рентгенодиагностических кабинетов колеблются в широких пределах и за последние 40 лет снизились более чем в 30 раз (табл. 40), что объясняется внедрением новой техники, повышением квалификации персонала, рациональным размещением рабочих мест [11].

Таблица 40

Среднегодовые дозы облучения персонала
рентгенодиагностических кабинетов (мЗв) [11]

Год	Врач	Рентгенолаборант
1960	80 ± 15	40 ± 10
1961	80 ± 15	45 ± 15
1962	25 ± 5	25 ± 5
1963–1969	25 ± 5	10 ± 1
1970–1975	9 ± 1	3 ± 1
1976–1980	5 ± 1	2,5 ± 0,5
1981–1985	3 ± 1	2,0 ± 0,5
1986–2001	3 ± 1	Показатели фона

Администрация учреждения организует проведение предварительных (при поступлении на работу) и ежегодных периодических медицинских осмотров персонала группы А. К работе допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с источниками ионизирующих излучений. При выявлении отклонений в состоянии здоровья, препятствующих продолжению работы в рентгеновском кабинете, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на работу вне контакта с излучением решается администрацией учреждения в каждом отдельном случае индивидуально в установленном порядке.

Женщины освобождаются от непосредственной работы с рентгеновской аппаратурой на весь период беременности и грудного вскармливания ребенка.

К работе по эксплуатации рентгеновского аппарата допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие документ о соответствующей подготовке, про-

шедшие инструктаж и проверку знаний правил по обеспечению безопасности, действующих в учреждении документов и инструкций.

Подготовка специалистов, участвующих в проведении РЛИ, осуществляется по программам, включающим раздел «Радиационная безопасность». Учреждение, проводящее обучение, должно иметь лицензию на образовательную деятельность.

Система инструктажа с проверкой знаний по технике безопасности и радиационной безопасности включает:

- вводный инструктаж – при поступлении на работу;
- первичный – на рабочем месте;
- повторный – не реже двух раз в год;
- внеплановый – при изменении характера работ (смене оборудования рентгеновского кабинета, методики обследования или лечения и т.п.), после радиационной аварии, несчастного случая.

Лица, проходящие стажировку и специализацию в рентгеновском кабинете, а также учащиеся высших и средних специальных учебных заведений медицинского профиля допускаются к работе только после прохождения вводного и первичного инструктажа по технике безопасности и радиационной безопасности. Для студентов и учащихся, проходящих обучение с источниками ионизирующих излучений, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

При РЛИ, сопровождающихся сложными манипуляциями, проведение которых не входит в должностные обязанности персонала рентгеновского кабинета, могут участвовать другие специалисты (стоматологи, хирурги, урологи, ассистенты хирурга, травматологи и др.), относящиеся к категории облучаемых лиц персонала группы Б, обученные безопасным методам работы, включая обеспечение радиационной безопасности пациента, и прошедшие инструктаж.

Персонал рентгеновского кабинета должен знать и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, радиационной безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии. О нарушениях в работе рентгеновского аппарата, неисправности средств защиты и нарушении пожарной безопасности персонал должен немедленно доложить администрации учреждения.

Не допускается проведение работ с рентгеновским излучением, не предусмотренных должностными инструкциями, инструкциями по технике безопасности, радиационной безопасности и другими регламентирующими документами. Не допускается работа персонала рентгеновского кабинета без средств индивидуального дозиметрического контроля.

Не допускается проводить контроль качества монтажа, ремонта и юстировки рентгеновской аппаратуры путем РЛИ людей. Рентгенолаборант не может обслуживать два и более одновременно работающих рентгеновских

аппарата, в том числе в случае расположения их пультов управления в одной комнате.

Во время рентгенографии персонал из комнаты управления через смотровое окно или иную систему наблюдает за состоянием пациента, подавая ему необходимые указания через переговорное устройство. Не допускается нахождение в процедурной лиц, не имеющих прямого отношения к рентгенологическому исследованию.

Персонал должен владеть приемами оказания первой медицинской помощи, знать адреса и телефоны организаций и лиц, которым сообщается о возникновении аварий, содержать в порядке и чистоте кабинет, не допускать его загромождения.

Применение средств индивидуальной защиты обязательно, если при проведении рентгенологических исследований персонал находится в процедурной. При проведении сложных РЛИ (ангиография, рентгеноэндоскопия, исследование детей, пациентов в тяжелом состоянии и т.д.) весь работающий в процедурной (рентгенооперационной) персонал использует индивидуальные средства защиты.

Следует предусматривать защиту тела с учетом преимущественной направленности излучения со стороны рентгеновской трубки.

10.4. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидных исследований

Основные представления о радионуклидной диагностике. Радионуклидная диагностика (РНД) – это метод исследования функционального и морфологического состояния органов и систем организма с помощью меченных радиоактивными веществами (радионуклидами) индикаторов (РФП) [2, 5, 7, 10]. Она основана на регистрации исходящего из органов, тканей и биопроб излучения, введенного в организм РФП различными специальными приборами, и дает представление о скорости, характере перемещения, фиксации и выведения его из органов и тканей. Преимущество РНД перед другими методиками заключается в ее универсальности. Она может быть использована для определения анатомических, функциональных и биохимических изменений в организме человека, что часто соседствует при различных заболеваниях. Следовательно, РНД пригодна для комплексного выявления многих проявлений болезни.

РФП называется химическое соединение, содержащее в своей молекуле радионуклид, которое разрешено для введения человеку с диагностической целью. РФП должен обладать спектром излучения определенной энергии, обуславливать минимальную лучевую нагрузку и отражать состояние исследуемого органа. Применение РФП возможно и целесообразно лишь при соблюдении ряда требований, обеспечивающих безопасность пациента, эф-

фективность регистрации излучения специальной аппаратурой и получение диагностически значимой информации.

Выбор РФП осуществляют с учетом его фармакодинамических (поведение в организме) и ядерно-физических свойств. Фармакодинамику определяет то химическое соединение, на основе которого синтезирован РФП. Возможности же регистрации (детектирования) зависят от типа распада радионуклида, которым помечен РФП.

Выбор РФП определяется, прежде всего, его физиологической направленностью или фармакодинамикой. Так, для исследования гемодинамики или кровенаполнения органов используется, например, альбумин человеческой сыворотки, который длительно циркулирует в кровеносном русле, не выходя за пределы стенок сосудов в окружающие ткани. Есть соединения, которые депонируются в печени и используются для исследования этого органа. Некоторые вещества сорбируются почками и выделяются с мочой. Есть РФП, тропные к костной ткани, они применяются при исследовании костно-суставного аппарата.

Кроме того, необходимо принимать во внимание ядерно-физические свойства входящего в РФП радионуклида. В РНД применяются радиоактивные вещества, испускающие γ -излучение или характеристическое рентгеновское излучение, которые можно регистрировать наружным детектированием. Чем больше выход γ - или рентгеновских квантов при радиоактивном распаде, тем эффективнее данный РФП в диагностическом отношении. Важным физическим фактором, который также необходимо учитывать при выборе радионуклида для РФП, является энергия квантов электромагнитного излучения. Кванты очень низких энергий поглощаются тканями организма и, следовательно, не регистрируются детекторами. Кванты же очень высоких энергий частично пролетают детектор насквозь и эффективность их регистрации невысока. Поэтому для РНД выбирают нуклиды с энергией квантов в диапазоне 70–200 кэВ.

РН с физическим периодом полураспада в несколько десятков дней и более (недели, месяцы, годы) считаются долгоживущими, несколько дней – среднеживущими, несколько часов – короткоживущими, несколько минут – ультракороткоживущими.

Применение среднеживущих, а тем более долгоживущих нуклидов приводит к повышенной лучевой нагрузке на пациентов. Использование ультракороткоживущих затруднено по техническим причинам.

В настоящее время известно около 80 радионуклидов, которые применялись или используются для получения РФП в ядерной медицине. В табл. 41 приведены некоторые РН, которые применяются в РНД. Однако практическое значение сохранили на сегодня ^{99m}Tc (технеций), ^{123}I (йод), радиоизотопы индия, галлия и таллия, которые по своим физическим, химическим и биологическим свойствам признаны оптимальными для исследований.

Таблица 41

Некоторые радиоактивные вещества, применяемые в радионуклидной диагностике

Название	Символ	Период полураспада	Тип излучения	Энергия квантов, кэВ
Тритий	^3H	12,46 года	β	
Фосфор	^{32}P	14,3 года	β	
Хром	^{51}Cr	28 дней	γ	320
Кобальт	^{57}Co	270 дней	γ	120
Галлий	^{67}Ga	3,3 дня	γ	90,1801.300
Селен	^{75}Se	121 день	γ	140, 270
Технеций	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 ч	γ	140
Индий	$^{113\text{m}}\text{In}$	1,7 ч	γ	390
Индий	^{111}In	2,8 дня	γ	170, 250
Йод	^{123}I	13 ч	γ	160
Йод	^{125}I	60 дней	Рентгеновские лучи	27–35
Йод	^{131}I	8,14 дня	β, γ	360
Ксенон	^{133}Xe	5 дней	β, γ	80
Таллий	^{201}Tl	3 дня	Рентгеновские лучи	69–83

Обеспечение радиационной безопасности пациентов. Радиационная безопасность пациента обеспечивается применением принципов обоснования и оптимизации. Радионуклидное исследование (РНИ) проводится только по направлению лечащего врача при наличии клинических показаний, когда нельзя применить или недостаточно информативны альтернативные методы диагностики. При назначении РНИ лечащий врач должен указать предварительный диагноз с записью в амбулаторной карте, истории болезни или в направлении на процедуру и обосновать необходимость исследования так, чтобы это стало понятно для радиолога. Окончательное решение о целесообразности, методе и объеме исследования принимает врач-радиолог, отвечающий за проведение исследования. По требованию пациента врач-радиолог обязан информировать его об ожидаемой дозе облучения. Пациент имеет право отказаться от проведения исследования, за исключением радиодиагностических исследований, проводимых с целью выявления эпидемиологически опасных заболеваний. В случае необоснованного направления или при невозможности визуализации патологического очага радиолог может отказаться от проведения исследования, поставить в известность лечащего врача и зафиксировать мотивированный отказ в амбулаторной карте, истории болезни или направлении.

С целью предотвращения необоснованного облучения пациентов на всех этапах обследования должны быть учтены и не дублироваться результаты ранее проведенных РНИ. Для этого при направлении пациента на новое исследование, консультацию, стационарное лечение и др. или при переводе больного из одного стационара в другой необходимо передавать результаты исследований (описания, заключения, изображения) вместе с амбулаторной картой или выпиской из нее. При направлении на ВТЭК должны

прилагаться результаты исследований, проведенных в процессе наблюдения за больным. При назначении повторного РНИ, помимо клинических показаний, необходимо учитывать суммарную дозу облучения, полученную пациентом в результате рентгенорадиологических исследований в течение предшествующего года, в том числе и в других медицинских учреждениях. При оказании больному помощи по жизненным показаниям или неотложной помощи процедура проводится без учета сроков и результатов предшествующих рентгенорадиологических исследований.

Применяются лишь утвержденные Минздравом России методики РНД, в описаниях которых установлены контрольные уровни облучения пациента при выполнении процедур в оптимальном режиме, и разрешенные Минздравом РФП. Внутренним регламентом медицинского учреждения устанавливаются контрольные уровни облучения пациентов при РНИ *in vivo*, отражающие достигнутый в данном медицинском учреждении уровень защищенности и не превышающие контрольные уровни, установленные Минздравом России для радиодиагностических процедур. Значения контрольных уровней эффективной дозы облучения пациента должны обеспечивать минимизацию радиационного ущерба при безусловном превосходстве пользы над вредом и, как правило, отсутствие детерминированных эффектов.

В соответствии с внутренней инструкцией по технологиям работ в подразделении врач-радиолог для каждого больного должен выбрать методику процедуры и оптимальную активность РФП, которые обеспечивают получение нужной диагностической информации при наименьшей эффективной дозе облучения пациента. Большая часть дозы облучения пациента формируется после завершения исследования, поэтому при выборе препарата предпочтение следует отдавать короткоживущим изотопам. Также по этому для снижения дозы можно применять введение веществ, стимулирующих выведение радионуклида из организма. В частности, рекомендуется применение таких средств по завершении исследования с радионуклидом, период полураспада которого превышает 1 сут, если годовая эффективная доза облучения пациента может превысить 5 мЗв. Не рекомендуется использовать РФП с истекшим сроком годности, так как соединение с радионуклидом может иметь ограниченную химическую стойкость. В результате могут увеличиться дозы на органы, не являющиеся предметом исследования. Возможно применение средств, блокирующих поступление радионуклида в такие органы. Необходимо своевременно заменять устаревшее оборудование, так как использование аппаратуры с низкой чувствительностью требует введения пациенту большей активности.

Анализ возможности снижения активности РФП следует совмещать с анализом качества получаемого изображения, учетом предварительного диагноза и телосложения пациента. В случае невозможности обеспечить непревышение контрольного уровня годовой эффективной дозы облучения пациенту при наличии жизненных показаний для проведения диагностиче-

ских процедур решение об их проведении принимается в индивидуальном порядке по заключению медицинской комиссии, с учетом согласия пациента. При недееспособности пациента в связи с наличием психического заболевания или бессознательным состоянием требуется согласие опекунов, родителей или иных доверенных лиц.

Перед введением РФП радиолог должен проконтролировать правильность подготовки пациента к проведению процедуры и проинструктировать больного относительно его поведения при ожидании, в ходе выполнения этой процедуры и после нее с учетом требований по снижению лучевой нагрузки на самого пациента, персонал и других лиц.

В соответствии с методикой и указаниями к препарату в организм пациента вводится оптимальная активность РФП, обеспечивающая получение достоверной диагностической информации в результате проведения исследования. При выявлении ошибочного или экстравазального введения РФП врач-радиолог принимает обоснованное решение о возможности и сроках повторного введения РФП.

При ожидании исследования пациенты, которым введены РФП, должны размещаться в специализированных или общих помещениях подразделения (комната для ожидания, холлы, коридоры) на возможно большем удалении друг от друга. Пациенту следует соблюдать требования и рекомендации, установленные нормативной документацией, действующими инструкциями и правилами внутреннего распорядка в данном учреждении.

Врач-радиолог должен проинструктировать больного относительно соблюдения неподвижности тела при проведении радиодиагностических измерений, а фельдшер-лаборант или медсестра, проводящая исследование на γ -камере или γ -томографе, непрерывно контролирует неподвижность в ходе этих измерений. В зависимости от клинического состояния больного и при исследованиях детей следует прибегать к психологической, фармакологической или механической иммобилизации пациента. О нарушении неподвижности тела пациента медсестра сообщает врачу-радиологу.

После окончания РНИ для снижения дозы внутреннего облучения врач-радиолог может рекомендовать больному изменение пищевого режима, очистительные процедуры и(или) прием мочегонных или слабительных средств в зависимости от типа или активности введенного РФП и клинического состояния больного. Поскольку большинство РФП выводятся мочевым путем, обеспечить снижение дозы облучения можно с помощью повышенного потребления жидкости и диуреза в течение 2–48 ч после обследования.

РНД *in vivo* не проводится женщинам в период установленной или возможной беременности без наличия жизненных показаний. При введении диагностического РФП кормящей грудью женщине грудное вскармливание младенца временно приостанавливается. Продолжительность его прерывания устанавливается врачом-радиологом в зависимости от типа и активности введенного РФП.

При оформлении эпикриза лечащий врач указывает суммарную эффективную дозу внешнего и внутреннего облучения, полученную пациентом в данном медицинском учреждении от проведенных рентгенорадиологических процедур. В случае достижения накопленной дозы медицинского диагностического облучения пациента 0,5 Зв должны быть приняты меры по дальнейшему ограничению его облучения, если лучевые процедуры не диктуются жизненными показаниями.

Обеспечение радиационной безопасности персонала. В отношении медицинского персонала действуют все установленные в Российской Федерации нормы и ограничения профессионального облучения.

Радиационная безопасность персонала обеспечивается:

- ограничениями допуска к работе с источниками излучения по квалификации, возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего профессионального и аварийного облучения;
- соблюдением технологий исследования, требований и рекомендаций, содержащихся в методиках, должностных инструкциях и нормативно-технической документации;
- применением коллективных и индивидуальных средств радиационной защиты и ограничением продолжительности работ с РН-источниками;
- проведением радиационного контроля радиационной обстановки на рабочих местах и индивидуального дозиметрического контроля.

Коллективные средства радиационной защиты, которыми должен быть обеспечен персонал, включают стационарные защитные ограждения, защитные ширмы, экраны, защитно-технологическое оборудование, устройства для транспортирования и хранения источников излучения; системы вентиляции и очистки воздуха, устройства для хранения радиоактивных отходов.

Следует подчеркнуть, что источником радиационной опасности для обслуживающего персонала являются и больные, так как мощность доз γ -излучения в зависимости от времени после введения им РФП и расстояния могут колебаться в широких пределах (табл. 42). Стоит также отметить, что даже после 72 ч мощность дозы при лечении больного значительно превышает допустимые значения, устанавливаемые НРБ-99/2009 [8].

Таблица 42

Мощность дозы от больных при введении 3,7 МБк ^{131}I при лечении метастазов рака щитовидной железы [11]

Расстояние от больного, см	Время после введение препарата, ч							
	0	6	12	18	24	36	48	72
	Мощность дозы, мЗв/ч							
10,0	9,150	7,311	5,087	4,950	4,612	3,450	2,855	0,720
30,5	1,891	1,511	0,051	1,023	0,953	0,713	0,590	0,160
100,0	0,216	0,173	0,120	0,117	0,109	0,081	0,067	0,018

Средства индивидуальной радиационной защиты – надеваемые на человека средства защиты от поступления радиоактивных веществ внутрь организма и радиоактивного загрязнения кожных покровов (табл. 43).

Таблица 43

Эффективность средств радиационной защиты

Наименование	Минимальное значение свинцового эквивалента, мм Pb
Передвижные средства	
Большая защитная ширма	0,25
Малая защитная ширма врача	0,5
Малая защитная ширма пациента	0,5
Экран защитный поворотный	0,5
Защитная штора	0,25
Индивидуальные средства	
Фартук защитный односторонний тяжелый	0,35
Фартук защитный односторонний легкий	0,25
Фартук защитный двусторонний:	
передняя поверхность	0,35
вся остальная поверхность	0,25
Фартук защитный стоматологический	0,25
Накидка защитная (пелерина)	0,35
Воротник защитный:	
тяжелый	0,35
легкий	0,25
Жилет защитный:	
● передняя поверхность	
тяжелый	0,35
легкий	0,25
● остальная поверхность	
тяжелый	0,25
легкий	0,15
Юбка защитная:	
тяжелая	0,50
легкая	0,35
Передник для защиты гонад:	
тяжелый	0,50
легкий	0,35
Шапочка защитная (вся поверхность)	0,25
Очки защитные	0,25
Перчатки защитные:	
тяжелые	0,25
легкие	0,15
Защитные пластины (в виде наборов различной формы)	1,00–0,50
Подгузник, пеленка, пеленка с отверстием	0,35

Комплект защитной одежды включает, как минимум, халат, шапочку, перчатки, сменную легкую обувь из нетканых материалов. При необходимости его дополняют пленочный фартук, нарукавники, пластиковые или резиновые бахилы, фильтрующие средства защиты органов дыхания.

Доля случаев загрязнения различных поверхностей радиоактивными препаратами представлена в табл. 44. Наибольшая частота (83 %) загрязненных спецодежды, оборудования и инструментария находится в пределах 0–500 β-частиц/(см² · мин), что значительно ниже предельно допустимых величин в НРБ-99/2009 [8]. Указывается также, что в ряде радиологических лабораторий отмечались случаи загрязненных перчаток (14 %), инструментария (4 %) и оборудования (10 %), которые превышали предельно допустимые уровни [11].

Таблица 44

Случаи выявленного загрязнения (числитель) и процент от общего числа измерений (знаменатель) поверхностей радиоактивными препаратами [11]

Уровень, β-частицы/ (см ² · мин)	Исследуемая поверхность						
	перчатка	пол, раковина	инструментарий	оборудование	уборочный инвентарь	полотенца	всего
0–200	125/16	75/10	224/30	93/12	102/13	6/0,9	619/83
201–500	22/2	8/1	12/1	20/2	3/0,4	2/0,3	65/9
501–1000	-	2/0,3	12/1	9/2	1/0,1	-	24/3
1001–2000	-	-	3/0,4	7/1	-	-	10/1
2001 и более	14/2	-	4/0,5	10/1	-	-	28/4
Итого	161	85	225	139	106	8	746

Контрольные уровни воздействия. Контрольный уровень мощности дозы γ-излучения на рабочих местах устанавливается в соответствии с МУ 2.6.1.1892-04, равным 12 мкГр/ч [1]. Эта величина соответствует среднегодовой допустимой мощности дозы общего облучения при монофакторном воздействии в течение полного рабочего дня. Вследствие высокой вариабельности условий облучения персонала в подразделениях РНД, особенно при контактах с пациентами с введенными РФП, данный контрольный уровень мощности дозы рассматривается как рекомендуемый. Кроме этого, исходя из достигнутой защиты, администрацией медучреждения определяются свои контрольные уровни воздействия радиационных факторов, которые не должны превышать российских нормативов.

В соответствии с [9] к работе в радионуклидных отделениях допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, которые прошли специальную подготовку и инструктаж и отнесены приказом по учреждению к персоналу категории А. Персонал отделения должен владеть правилами защиты от воздействия вредных производственных факторов. В целях предупреждения заболеваний персонал отделения должен проходить обязательный медицинский осмотр при поступлении на работу и периодические осмотры не реже

одного раза в год. К работе в отделении допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с ионизирующим излучением.

Необходимо исключить доступ в помещения с РН-источниками лиц, не участвующих в работе с этим источником (в том числе других пациентов и сотрудников). В пределах допустимого без нарушения технологии и качества исследования следует увеличивать расстояние между работающим и источниками, в том числе пациентами с введенным РФП, и сокращать время пребывания персонала в радиационном поле источников излучения.

Изучение длительности процедур технологического процесса и мощностей доз на рабочих местах показывает, что самой продолжительной процедурой при обычных методах диагностики является приготовление РФП – 20 мин, введение препарата составляет около 2 мин, сканирование – до 15–20 мин (табл. 45). Вероятная мощность дозы облучения врачей в радиодиагностических лабораториях составляет 0,8–8,0 мкЗв/ч, медицинских сестер – 0,8–4,0 мкЗв/ч [11].

Таблица 45

Характеристика технологического процесса радиоизотопной диагностики [11]

Процедура	Продолжительность процедуры, с	Максимальная мощность доз на рабочем месте, мЗв/ч · 10 ⁻³	
		Тип радионуклида	
		¹³¹ I	^{99m} Tc
Прием контейнера в хранилище	120–200	0,2–0,5	1,0–7,0
Подача препарата в контейнере к месту вскрытия (перенос контейнера к генератору)	20–40	0,2–0,5	1,0–7,0
Вскрытие контейнера	5–10	0,2–0,5	-
Перенос РФП к манипуляционному столу	3–5	10,0–20,0	-
Установка РФП и смыв стола	-	25,0–30,0 (400,0–500,0 для рук)	-
Измерение активности смыва	-	-	-
Набор препарата в шприц	10–20	0,5–1,0	10,0–20,0
Введение РФП больному	20–30	0,5–1,0	10,0–20,0
Укладка больного под сканирующее устройство	До 120	Показатели фона	0,1
Сканирование	До 1200	-	-

По возможности следует снижать активность РН-источников (фасовок РФП), в радиационном поле которых находятся работающие, использовать стационарные средства радиационной защиты (сборную защиту из свинцовых блоков, защитные сейфы, экраны, контейнеры, вытяжные шкафы, боксы и т.п.), применять инструменты для дистанционной работы с РН-источниками и радиоактивными отходами. Так, использование щипцов 25 см для перемещения виалы с активностью снижает мощность дозы на пальцы

в $(25^2) = 625$ раз. Приготовление и инъекции РФП стараться проводить с использованием шприцев, оборудованных снимаемой локальной радиационной защитой. Защита для шприцев очень эффективна и в зависимости от толщины многократно снижает дозу облучения рук.

С целью предотвращения инкорпорации РН и снижения уровня внутреннего облучения персонала следует:

- при выполнении работ с РФП (II и III классов) надевать халат, шапочку, перчатки, сменную легкую обувь из нетканых материалов;
- при уборке помещений, в которых ведутся работы с открытыми РН-источниками, туалетов для больных дополнительно использовать пленочный фартук, нарукавники, пластиковые или резиновые бахилы;
- при ликвидации последствий радиационных аварий использовать тот же комплект дополнительных средств индивидуальной защиты и, при необходимости, фильтрующих средства защиты органов дыхания;
- проводить периодическую смену основной спецодежды не реже 1 раза в 2 нед со сдачей загрязненной спецодежды на дезактивацию и(или) в спецпрачечную;
- по возможности использовать одноразовые средства индивидуальной защиты с их последующим удалением как твердых радиоактивных отходов;
- особое внимание уделять предотвращению распространения радиоактивного загрязнения с перчаток на другие поверхности, в частности, на дверные ручки.

Перед выходом из помещения следует пройти дозиметрический контроль и убедиться в отсутствии радиоактивного загрязнения рук и одежды.

Запрещается:

- проводить технологические операции с РФП вне рабочего места без специальных лотков и поддонов;
- хранить и применять препараты без этикеток, в поврежденном флаконе;
- пробовать на вкус и запах используемые препараты;
- хранить радиоактивные отходы на рабочих местах после окончания работы с радионуклидами;
- работать без спецодежды, защитных приспособлений, средств индивидуальной защиты;
- пользоваться поврежденными средствами индивидуальной защиты или с истекшим сроком службы;
- есть, пить и курить в рабочих помещениях;
- работать при отключенных системах водоснабжения, канализации, вентиляции.

Персонал отделения должен хранить пищевые продукты, домашнюю одежду и другие предметы, не имеющие отношения к работе, в специально выделенных местах.

На дверях кабинетов отделения должны быть вывешены знаки радиационной опасности.

Вопросы для самоконтроля

1. Расскажите о главной цели системы радиационной безопасности.
2. Что является основанием для проведения рентгенологического исследования? Могут ли беременные женщины подвергаться рентгенологическому обследованию?
3. Можно ли проводить рентгенологические исследования при отсутствии индивидуальных средств защиты?
4. Какая годовая эффективная доза допускается для населения при профилактических рентгенологических исследованиях?
5. Как часто проводятся периодические медицинские осмотры персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения?
6. Какие радионуклиды в открытом виде используются в рентгенологических исследованиях?

Рекомендуемая литература

1. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований : СанПиН 2.6.1.1192-03. – СПб. : ЦОТПБСППО, 2004. – 88 с.
2. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов : метод. указания : МУ 2.6.1.1892-04 : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 04.03.04 // Гл. мед. сестра. – 2005. – № 10. – С. 90–123.
3. Закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ.
4. Защита населения при назначении и проведении рентгенодиагностических исследований: метод. рекомендации от 06.02.2004 г. № 11-2/4-09.
5. Защита пациента в ядерной медицине : публ. 52 МКРЗ. – М. : Энергоатомиздат, 1993. – 62 с.
6. Малаховский В.Н., Труфонов Г.Е., Рязанов В.В. Радиационная безопасность рентгенологических исследований : учеб.-метод. пособие для врачей / Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. – СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2007. – 104 с.
7. Малаховский В.Н., Труфонов Г.Е., Рязанов В.В. Радиационная безопасность при радионуклидных исследованиях: учеб.-метод. пособие для врачей / Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. – СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2008. – 136 с.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : СанПиН 2.6.1.2523-09. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
9. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) : СанПиН 2.6.1.2612-10. – М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
10. Радиационная защита в лечебных и научно-исследовательских медицинских учреждениях. Обращение с радиоактивными веществами в открытом виде, их использование, хранение и удаление : публ. 25 МКРЗ. – М. : Атомиздат, 1978. – 80 с.
11. Радиационная медицина : руководство / под общ. ред. Л.А. Ильина. – М. : ИздАТ, 2002. – Т. III: Радиационная гигиена / Абрамов Ю.В., Бархударов Р.М., Батова З.Г. [и др.] ; науч. ред. О.А. Кочетков, М.Н. Савкин, И.П. Коренков. – 608 с.

Глава 11. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПО РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

Научная информация – логически организованная информация, получаемая в процессе научного познания и отображающая явления и законы природы, общества и познания [1]. Информация, зафиксированная на любом носителе, является документированной. В этом случае информационный документ – любой материальный носитель с зафиксированной информацией для ее хранения и передачи во времени и пространстве.

Информационные ресурсы – совокупность данных, организованных для эффективного получения достоверной информации. Документальные ресурсы – это вид информационных ресурсов, представляющих собой совокупность отдельных документов, массивов документов в информационных системах. Совокупность существующих в обществе информационных документов создают документальные потоки. Наиболее часто выделяют документальные потоки определенных областей знаний, которые определяются спецификой запросов потребителей.

Область науковедения, которая изучает статистические исследования структуры и динамики документальных потоков научной информации, называется наукометрией (библиометрией).

Документальный поток обладает собственной структурой и внутренними закономерностями развития (тенденциями роста его объема, старением документов, развитием структур и т. д.). Например, многие элементы документов с течением времени устаревают полностью. Старение информации – несоответствие ее формы и содержания нуждам и полезности потребителей – обуславливается объективными и субъективными причинами. Старение информации определяет не время, а появление новых более полных и достоверных сведений. Если содержание информации отражает естественные законы, то оно может не изменяться достаточно долго. О старении научной информации говорят в том случае, когда возникает необходимость в более точных данных, более строгом, кратком и обобщенном изложении. Процесс старения информации может зависеть от утраты учеными и специалистами интереса к публикациям с увеличением времени со дня их издания [3].

По аналогии с периодом полураспада радиоактивных веществ американские ученые Р. Бартан и Р. Кеблер в 1960 г. ввели понятие «полупериод жизни» научных статей – медианы хронологического распределения цитирований статей. Определение медианы формулируется для набора библиографических ссылок следующим образом: это такой момент времени, в который половина рассматриваемых ссылок относится к статьям, опубликованным позднее медианы, половина – к более «древним», чем медиана, статьям. В среднем это время составляет 5–8 лет и оно более длительно в

фундаментальных науках. Оказалось, что время 50 % всех цитируемых работ (полупериод жизни публикаций) по медицине составляет 4–5 лет, по физиологии – 7,2 года, по физике – 4,6 года, по химии – 8,1 года, математике – 10,5 лет, геологии – 11,8 года.

Информация рассеивается не только во времени, но и в пространстве. С. Бредфордом был сформулирован закон рассеивания информации по источникам информации. Если расположить научные журналы в порядке убывания в них количества публикуемых статей по конкретной теме, то в полученном списке можно выделить ядро журналов, посвященных этой теме, и несколько групп или зон, каждая из которых содержит столько же статей, что и ядро. При этом число журналов в ядре и других зонах соотносится как $1 : n : n^2$. Например, по проблемам радиационной медицины документальные источники будут распределяться следующим образом:

- $\frac{1}{3}$ статей издаются в малом количестве документов (ядерные журналы), в которых публикуются только материалы, непосредственно касающиеся радиационной экологии, биологии и медицины (табл. 46);
- $\frac{1}{3}$ статей издаются в большом количестве документов сферы медицины;
- $\frac{1}{3}$ статей публикуются в документах, не имеющих отношения к медицине (например, по биологии, биофизике и др.).

Объектом наукометрического (библиометрического) анализа выступает информационный поток научной продукции (журнальных публикаций, монографий, патентов, диссертаций, зарегистрированных информационных технологий и др.). Наукометрический анализ книжных изданий (книг и брошюр) по ликвидации последствий аварий на Чернобыльской АЭС [6], проведению патентных исследований по оценке и минимизации радиоактивных излучений [5], профилактике и лечению радиационных поражений [4] представлен в учебных пособиях, опубликованных ранее. Поиск и анализ авторефератов диссертаций по проблемам последствий аварии на Чернобыльской АЭС представлен в библиографическом указателе [2].

В настоящей главе будет представлен алгоритм поиска и анализа научных статей. Научные результаты наиболее оперативно представляются в журнальных публикациях. Журнальные статьи, как наиболее массовый вид публикаций, представляют основной ресурс для анализа масштабов, структуры и источников развития результатов исследований.

Адекватно подобранный алгоритм поискового режима – залог успеха поиска документов в электронных базах данных (БД). Необходимо указывать временные границы поиска. Поисковые слова следует согласовывать с тезаурусом «Медицинские предметные рубрики» (Medical Subject Headings, MeSH) Национальной медицинской библиотеки США, которая адаптирована и обновляется сотрудниками Центральной научной медицинской библиотеки 1-го Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова с 1991 г. [8, 11].

Таблица 46

Перечень журналов по радиобиологии, радиационной гигиене и медицине, представленных в Российском индексе научного цитирования [8]

ISSN	Подрубрика, название журнала (издатель)
	76.33.39 Радиационная гигиена
0146-6453	Annals of the ICRP (Elsevier)
1816-9643	Вопросы радиационной безопасности
2074-2088	Медико-биологические проблемы жизнедеятельности
1998-426X	Радиационная гигиена
0869-8031	Радиационная биология. Радиоэкология
0131-3878	Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра)
	76.29.62 Рентгенология и медицинская радиология
0942-8925	Abdominal Imaging (Springer Verlag, New York)
0284-1851	Acta Radiologica (Munksgaard)
0004-8461	Australasian Radiology (Wiley)
0174-1551	CardioVascular and Interventional Radiology (Springer Verlag, New York)
1070-3004	Emergency Radiology (Springer Germany, Heidelberg)
1619-7070	European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (Springer Germany, Heidelberg)
0938-7994	European Radiology (Springer Germany, Heidelberg)
0360-3016	International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics (Elsevier)
1096-4053	Journal of Radiosurgery (Springer Science+Business Media B.V.)
0939-7116	Klinische Neuroradiologie (Urban & Vogel)
0028-3940	Neuroradiology (Springer Germany, Heidelberg)
0301-0449	Pediatric Radiology (Springer Germany, Heidelberg)
0146-6410	Progress in Particle and Nuclear Physics (Elsevier)
0033-832X	Der Radiologe (Springer Germany, Heidelberg)
0167-8140	Radiotherapy and Oncology (Elsevier)
0364-2348	Skeletal Radiology (Springer Germany, Heidelberg)
0930-1038	Surgical and Radiologic Anatomy: journal of clinical anatomy (Springer Verlag, France)
0042-4676	Вестник рентгенологии и радиологии
1999-7264	Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии
1993-5234	Диагностическая и интервенционная радиология
2079-5343	Лучевая диагностика и терапия
0025-8334	Медицинская радиология и радиационная безопасность
2071-9426	Радиология – практика

Версия MeSH 2009 г. содержит 25 186 предметных рубрик (дескрипторов), большинство которых сопровождаются кратким описанием и ссылками на другие дескрипторы. Имеется также список синонимов или схожих терминов [12]. С 2007 г. MeSH представляется только в электронном виде. Каждая журнальная статья в международных базах данных, как правило, индексируется по нескольким рубрикам или подрубрикам, например, в MEDLINE/PubMed – по 10–15 подрубрикам. В табл. 47 представлены некоторые дескрипторы по радиационному воздействию на окружающую

среду и человека, и количество статей, связанных с этим дескриптором в электронном ресурсе Scopus.

Таблица 47

Количество статей в Scopus, связанных с категориями MeSH (2003–2012 гг.)

Категория MeSH	Число статей
Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment Category (аналитические, диагностические и терапевтические методы и оборудование)	
Investigative Techniques (методы исследования)	
Radiometry (радиометрия)	17 421
Therapeutics	
Radiotherapy (радиационная терапия)	124 985
Disciplines and Occupations Category (дисциплины и профессии)	
Health Occupations (профессии)	
Environmental Health (гигиена окружающей среды)	
Health Physics (радиационная гигиена)	4064
Medicine (медицина)	
Radiology (радиология)	41 864
<i>Nuclear Medicine (ядерная медицина, 1967)</i>	25 644
<i>Radiation Oncology (радиационная онкология, 1995)</i>	11 893
<i>Radiology Interventional (интервенционная радиология, 1990)</i>	8294
Natural Science Disciplines (естественно-научные дисциплины)	
Biological Science Disciplines (биологические науки)	
Biology (биология)	
Radiobiology, Radiation Biology (радиобиология, 1966)	7435
Chemicals and Drugs Category (химические вещества и лекарства)	
Specialty Uses of Chemicals (специальные химические вещества)	
Protective Agents (защитные средства)	
Radiation-Protective Agents (радиационно-защитные средства)	1828
Health Care Category (здравоохранение)	
Environment and Public Health (окружающая среда и здоровье)	
Public Health (общественное здравоохранение)	
Accidents (аварии)	
Radioactive Hazard Release (опасный радиоактивный выброс)	630
Radiologic Health	1764
<i>Air Pollution, Radioactive (радиоактивное загрязнение воздуха)</i>	1312
<i>Food Contamination, Radioactive (радиоактивное загрязнение пищевых продуктов)</i>	647
<i>Water Pollution, Radioactive (радиоактивное загрязнение воды, 1966)</i>	1873
<i>Radiation Dosage (доза облучения, 1972)</i>	31 857
<i>Radiation Effects (радиационные эффекты, 1964–1966)</i>	146 473
<i>Radiation Injuries (радиационные поражения, 1973)</i>	23 638
<i>Acute Radiation Syndrome (острый лучевой синдром, 2008)</i>	2466
<i>Radiation Genetics (радиационная генетика)</i>	10 977
<i>Radiation Monitoring (радиационный контроль, 1964)</i>	21 931
<i>Radiation Protection (радиационная защита, 1966)</i>	22 788

Категория MeSH	Число статей
<i>Radioactive Fallout (радиоактивные осадки)</i>	1215
<i>Radioactive Waste (радиоактивные отходы, 1988–1989)</i>	14 719
Phenomena and Processes Category (явления и процессы) Physiological Phenomena (физиологические явления) Physiological Processes (физиологические процессы) Radiation Tolerance (радиационная толерантность, 1977)	9281

Если поисковые слова соединяются операторами присоединения «И, and», то в названии искомым документов или ключевых словах будут содержаться все соединенные слова, если – «ИЛИ, or», то в документах будет находиться хотя бы одно из соединенных поисковых слов, если – «НЕ, not», то будут исключаться те документы, которые имеют слова, указанные после оператора. Если оператор не указан, то поисковые слова автоматически соединяются оператором «И».

Объект исследований составила база данных **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)**, созданной в Научной электронной библиотеки (НЭБ) [9], содержащая около 2,3 млн статей за 2005–2012 гг. из около 3000 российских научных журналов и более 20 млн ссылок из списков цитируемой литературы.

С главной страницы Интернет-ресурса НЭБ переходили на окно «Поисковые запросы» (рис. 7, п. 1), где статьи можно находить при помощи поисковых выражений. Поисковые слова следует объединять при помощи операторов соединения И (AND), ИЛИ (OR), НЕ (NOT). Заданные выражения будут искаться в названии, ключевых словах, реферате статьи, в полном тексте статьи (см. рис. 7, п. 2).

По мере пополнения базы данных РИНЦ в дальнейшем можно будет осуществлять поиск не только журнальных статей, но и книг, диссертаций и авторефератов диссертаций, материалов конференций, депонированных рукописей и других типов публикаций.

Кроме того, поиск можно проводить по тематике Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ). Все области науки сведены в рубрики. Например, области медицины присвоена рубрика 76.00.00. Активировав следующие после точки цифры рубрики (в табл. 48 они выделены п/ж шрифтом), переходили на перечень медицинских подразделов.

Окошечко «Тематика» (см. рис. 7, п. 3) позволяет проводить поиск по рубрикам тематического рубрикатора. Нажав на опцию «Добавить», открываем окно рубрикатора. Доходим до раздела 76.00.39 «Радиационная гигиена» и активируем его (см. рис. 7, п. 4).

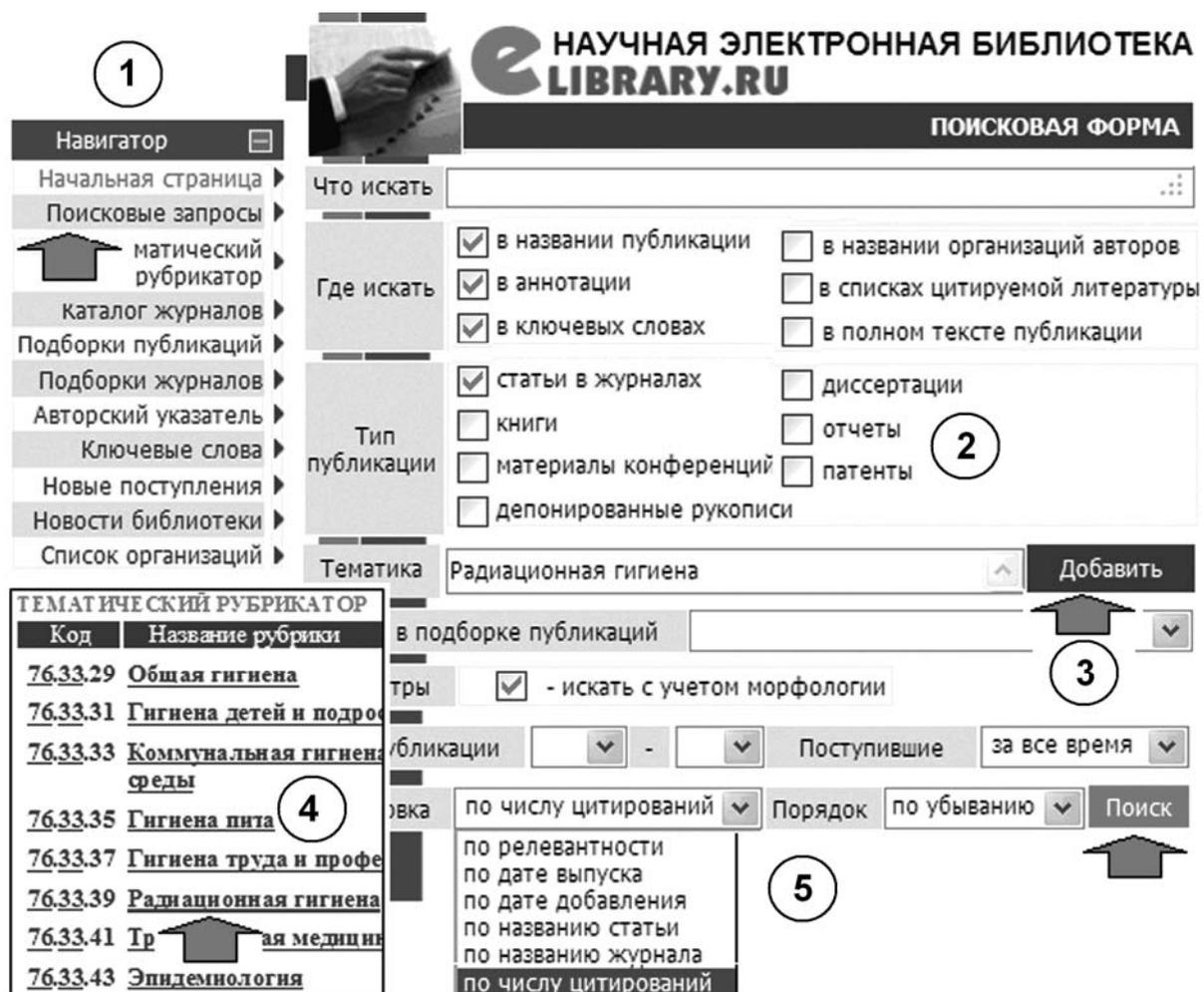


Рис. 7. Окно поисковых выражений в НЭБ [9].

Таблица 48

Тематические рубрики ГРНТИ сферы медицины

Код	Название подрубрики/раздела
76.00.00	Медицина
76.01.00	Общие вопросы медицины и здравоохранения
76.03.00	Медико-биологические дисциплины
	76.03.02 Общие проблемы
	76.03.29 Медицинская биофизика
76.29.00	Клиническая медицина
	76.29.29 Внутренние болезни
	76.29.62 Рентгенология и медицинская радиология
76.33.00	Гигиена и эпидемиология
	76.33.29 Общая гигиена
	76.33.39 Радиационная гигиена
76.35.00	Прочие отрасли медицины и здравоохранения
76.75.00	Социальная гигиена. Организация и управление здравоохранением

Введением года выхода в свет статей сужаем поисковый режим. Компоновка статей может осуществляться по алфавиту названий статей, алфавиту журналов, в которых были опубликованы статьи, по количеству цитированных статей и др. (см. рис. 7, п. 5).

Нажав на опцию поиск, выводим результаты поискового режима. На рис. 8 представлен список статей журнала «Радиация и риск», представленных в РИНЦ. Активировав название статьи, открываем содержание ее реферата и, нажав на «иконку» слева от названия (журнал содержит в РИНЦ полные тексты статей) – содержание статьи в формате PDF. В данном случае, отечественных список публикаций по медицинским аспектам аварии на Чернобыльской АЭС, вышедших в свет в 2010 г.

Сфера радиационной гигиены и медицины в РИНЦ (в основном статьи за 2005–2012 гг.) содержит 39 527 статей, в том числе 80,8 % – на иностранных языках. Эти статьи составили 5,8 % от общего количества статей по клинической медицине (рис. 9).

LIBRARY.RU НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВОГО ЗАПРОСА
ВСЕГО НАЙДЕНО ПУБЛИКАЦИЙ: 811 из 16 585 631

№	Публикация	Цит.
5	БИБЛИОГРАФИЯ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ 2010 ГОДА ПО МЕДИЦИНСКИМ АСПЕКТАМ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ! Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2011. Т. 20. № 4. С. 71-77.	0

Доступ к полному тексту документа открыт

Полный текст доступен на сайте издателя

Полный текст может быть получен через систему заказа

Доступ к полному тексту закрыт

Радиация и риск. 2011. Том 20. № 4 Текущая научная информация

РАЗДЕЛ 4 **ТЕКУЩАЯ НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Библиография научных публикаций 2010 года по медицинским аспектам чернобыльской аварии

Агаджанян А.В., Сусков И.И. Геномная нестабильность у детей, рождённых после аварии на ЧАЭС (исследования *in vivo* и *in vitro*) // Генетика. 2010. Т. 46, № 6. С. 834-843.

Аклеев А.В. Биологические аспекты радиационной защиты // Радиация и риск. 2010. № 2. С. 65-76.

Аклеев А.В., Крестинина Л.Ю. Канцерогенный риск у жителей прибрежных сёл реки Теча // Вестник РАМН. 2010. № 6. С. 34-39.

Александрин С.С. Закономерности формирования соматической патологии в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС и опыт оказания адресной медицинской помощи ликвидаторам после аварии // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2010. № 1. С. 128-134.

Александрин С.С., Племянникова Е.В., Макарова Н.В. Клинико-эпидемиологическая характеристика метаболического синдрома у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, проживающих на территории Северо-Западного региона России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы в чрезвычайных ситуациях. 2010. № 3. С. 15-18.

Рис. 8. Окно перечня найденных публикаций в НЭБ [9].

В табл. 49 представлено количество отечественных и иностранных (в скобках) статей, зарегистрированных в РИНЦ. Отечественные статьи имеют так называемую цитатную базу данных, которая, помимо библиографической записи документа, включает краткий реферат, ключевые слова и список используемой литературы. Кроме того, каждая статья снабжена

указателем-значком, который информирует пользователя о наличии полного текста статьи (см. рис. 8).

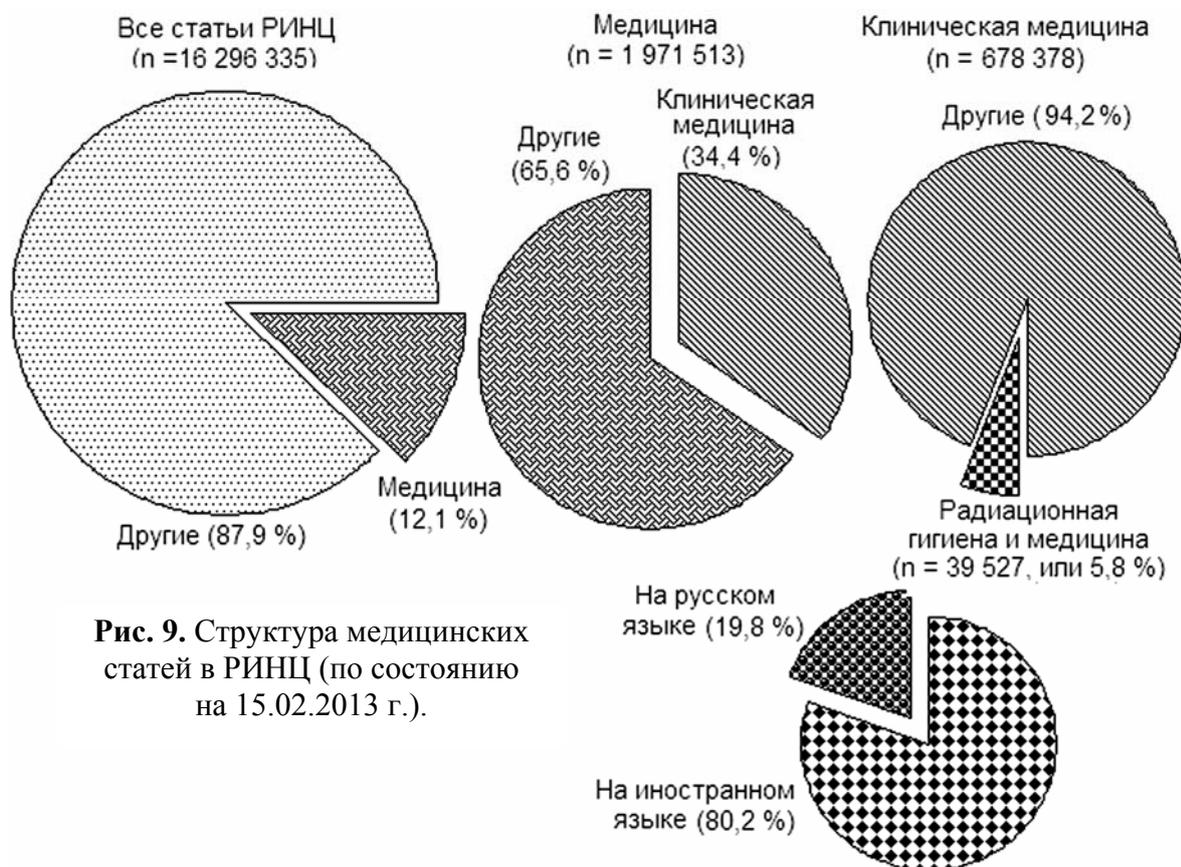


Рис. 9. Структура медицинских статей в РИНЦ (по состоянию на 15.02.2013 г.).

Таблица 49

Количество отечественных (иностраных) статей в РИНЦ
(по состоянию на 25.02.2013 г.)

Название раздела рубрикатора	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Радиационная гигиена	80 (2)	117 (6)	103 (5)	185 (1)	215 (6)	205 (2)	172 (2)	81 (1)
Рентгенология и медицинская радиология	673 (371)	941 (459)	1199 (565)	1482 (767)	1541 (881)	2232 (1512)	2098 (1227)	1398 (593)

Для анализа статей мирового научного массива использовали БД **Scopus** издательства «Elsevier». Проект коммерческий, поэтому доступ к ней осуществляется по подписке на платной основе. БД индексирует более 19,5 тыс. наименований научно-технических, медицинских и гуманитарных изданий порядка 5000 международных издательств, в том числе – 18,5 тыс. научных рецензируемых журналов, из которых с открытым доступом – 1800. БД Scopus включает 46 млн записей научных публикаций со списками пристатейных библиографий, из них 21 млн записей ресурсов,

которые были опубликованы после 1996 г. Документы в Scopus классифицированы по 24 тематическим разделам [10]. БД Scopus содержит ряд относительно новых библиометрических показателей:

- индекс потенциала цитирования (source normalized impact per paper, SNIP). SNIP как и импакт-фактор оценивает среднее количество цитирований статьи журнала, введен в библиометрию в 2009 г. Главное отличие индекса SNIP от импакт-фактора заключается в учете характеристик «цитирующего окружения»;

- индекс престижа журнала по версии SCImago Journal Rank (SJR) – взвешенный индикатор, он учитывает полученные цитирования с различным весом в зависимости от того, насколько «влиятелен» тот источник, который процитировал статью в журнале, в свою очередь эта влиятельность, зависит от цитируемости самого источника;

- индекс Хирша (H-индекс) – количественная характеристика продуктивности ученого (учреждения, журнала) за весь период научной деятельности. Разработан в 2005 г. американским физиком Хорхе Хиршем. Если у автора индекс равен 4, значит у него есть 4 статьи, которые были процитированы 4 раза и более, а остальные статьи имеют 3 ссылки цитирования и менее. Индекс Хирша более 10 единиц в иностранных университетах является одним из определяющих факторов принятия решения о карьерном и финансовом росте ученого.

В табл. 47 указано, что проблемы радиобиологии и радиационной медицины не могут быть объединены в общее понятие и представлены дескрипторами MeSH, которые относятся к разным группам, в связи с чем был проведен анализ статей одного тематического направления – по радиационной защите населения и окружающей среды.

На главной странице БД (<http://www.scopus.com>) задавали поисковое словосочетание «Radiation Protection» (рис. 10, п. 1), область поиска «Название статьи – реферат – ключевые слова» (Article Title, Abstract, Keywords) и временной режим, в нашем случае – это 10-летний период с 2003 по 2012 г., в результате чего было найдено 22 788 публикаций.

Полученный массив содержал библиографические записи статей сферы радиационной защиты (см. рис. 10, п. 2). Окно выдачи представляет опции по 20, 50, 100 или 200 библиографических записей статей. Нажав на дисплее компьютера на название статьи, открывали страницу (см. рис. 10, п. 3), содержащую полное библиографическое описание статьи, реферат, ключевые слова, сведения об авторах и количество цитирований, которые получили статьи в других изданиях.

Активировав опцию «View ad publisher» (см. рис. 10, п. 4), переходили на страницу статьи в журнале (см. рис. 10, п. 5). При необходимости изучения открывали в формате PDF полный текст статьи (см. рис. 10, п. 6).

Quick Search

Your query: TITLE-ABS-KEY(radiation protection) AND PUBYEAR > 2002 AND PUBYEAR < 2013

22,788 document results | | | Sort by **Date (Newest)**

Document title	Author(s)	Date	Source title	Cited by
<input type="checkbox"/> Commentary on the appropriate radiation level for evacuations	2 Cuttler, J.M.	2012	<i>Dose-Response</i> 10 (4) , pp. 473-479	1

4 | | | | |

Volume 10, Issue 4, 2012, Pages 473-479

Commentary on the appropriate radiation level for evacuations

Cuttler, J.M.
Cuttler and Associates Inc, Canada

Abstract

This commentary reviews the international radiation protection policy that resulted in the evacuation of more than 90,000 residents from areas near the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (NPS) and the enormous expenditures to protect them against a hypothetical risk of cancer. The basis for the precautionary measures is shown to be invalid; the radiation level chosen for evacuation is not conservative. The actions caused unnecessary fear and suffering. An appropriate level for evacuation is recommended. Radical changes to the ICRP recommendations are being considered.

Author keywords

Evacuation; Nuclear accident; **Radiation protection**; Spontaneous mutations; Biodefences

- [Home](#)
- [About](#)
- [Search](#)
- [Account](#)
- [Articles](#)
- [Shopping Cart](#)
- [Order History](#)
- [Register](#)
- [Services](#)
- [Alerting](#)
- [ActiveSearch](#)
- [Support](#)
- [Contact Us](#)
- [Downloads](#)
- [Linking](#)

Article **5**

Dose-Response
Issue: Volume 10, Number 4 / 2012
Pages: 473 - 479
URL: [Linking Options](#)
Special Issue: Special Issue: SPECIAL ISSUE IN HONOR OF ZBIGNIEW JAWOROWSKI
Guest Editor(s): Ludwik Dobrzyński, Bobby Scott
Published Online: 19 March 2012
Commentary on the Appropriate Radiation Level for Evacuations
 Jerry M. Cuttler ^{A1}
^{A1} Cuttler & Associates Inc.
Abstract:
 This commentary reviews the international radiation protection policy that resulted in the evacuation of more than 90,000 residents from areas near the Fukushima Daiichi NPS and the enormous expenditures to protect them against a hypothetical

Downloaded from 10.47547/2012
 Faculty of Science & Health, University of Windsor
 Copyright © 2012 University of Massachusetts Lowell
 ISSN: 1559-3258
 DOI: 10.2202/dose-response.10043.Cuttler

International Dose-Response Society

COMMENTARY ON THE APPROPRIATE RADIATION LEVEL FOR EVACUATIONS¹

Jerry M. Cuttler Cuttler & Associates Inc.

¹ This commentary reviews the international radiation protection policy that resulted in the evacuation of more than 90,000 residents from areas near the Fukushima Daiichi NPS and the enormous expenditures to protect them against a hypothetical risk of cancer. The basis for the precautionary measures is shown to be invalid; the radiation level chosen for evacuation is not conservative. The actions caused unnecessary fear and suffering. An appropriate level for evacuation is recommended. Radical changes to the ICRP recommendations are being considered.

Keywords: radiation protection, nuclear accident, spontaneous DNA damage, chromosomal defects

It is very upsetting to read about the on-going fear and hardship suffered by the more than 90,000 residents, who were evacuated from areas surrounding the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (NPS) in Japan, and the enormous economic penalty, including the \$55 billion increase in the cost of fossil fuel imports in 2011, due to the shutdown of almost all of the other NPSs (WNA 2012). As of December 1, more than 250,000 people have been screened with radiation meters (IAEA 2011). The "deliberate evacuation area" was based on a projected radiation dose of 20 millisieverts (mSv) per year (METI 2011a, IAEA 2012). The goal aims to keep additional radiation exposure below 1 mSv annually, particularly for children (METI 2011a, 2011b). And a plan for assistance to the residents affected has been developed (METI 2011b).

Japan is complying with international radiation protection recommendations that are based on the International Commission on Radiological Protection (ICRP) policy of maintaining exposure to nuclear radiation as low as reasonably achievable (ALARA). However, the very precautionary measures are highly inappropriate.

As described by Edward Calabrese (2009), the International Commission on X-Ray and Radium Protection was established by the Second International Congress of Radiology in 1928 to advise physicians on radiation safety measures, within a non-regulatory framework.

¹Permission received to publish article appearing in March 2012 issue of the Canadian Nuclear Society Bulletin.

Address correspondence to: Dr. Jerry Cuttler, 1781 Meskellon Court, Mississauga, Ontario, Canada L2Y1L6; Phone: 1-416-837-8866; Email: jerrycuttler@rogers.com

475

6

The size of this document is 2,964 kilobytes. Although it may be a lengthier download, this is the most authoritative online format.

Open:

Рис. 10. Алгоритм поиска статей в БД Scopus.

Электронный ресурс Scopus позволяет проводить анализ публикационной активности по журналам, авторам, учреждениям и странам, для чего следует активировать опцию «Analyze results» (рис. 11, п. 1). Опция «Year» представляет в автоматизированном режиме динамику количества статей по годам выделенного периода (см. рис. 11, п. 2).

Scopus

Search | Sources | Analyze **1** Alerts | My list | Settings Live Chat | Help | Tutorials

22,788 document results | Analyze results | Show all abstracts Sort by Date (Newest)

Document title	Author(s)	Date	Source title	Cited by
<input type="checkbox"/> Commentary on the appropriate radiation level for evacuations	Cuttler, J.M.	2012	<i>Dose-Response</i> 10 (4), pp. 473-479	1

Analyze results | Back to results

Date range 2003 to 2012 Analyze Document results 22,788

Year Source title Author name Affiliation name Country Document type Subject area

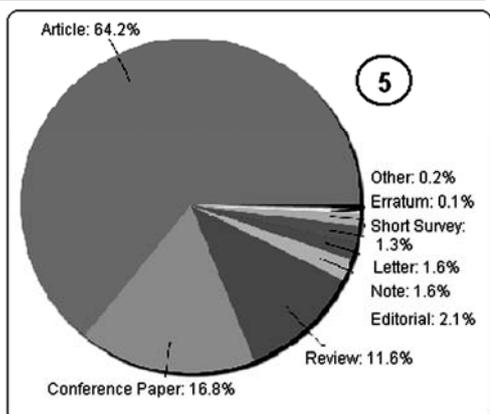
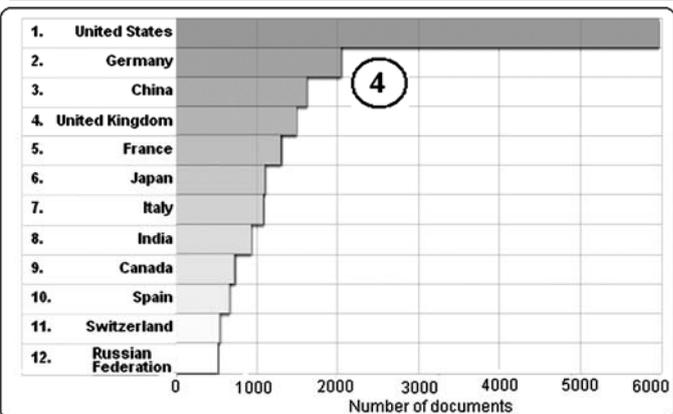
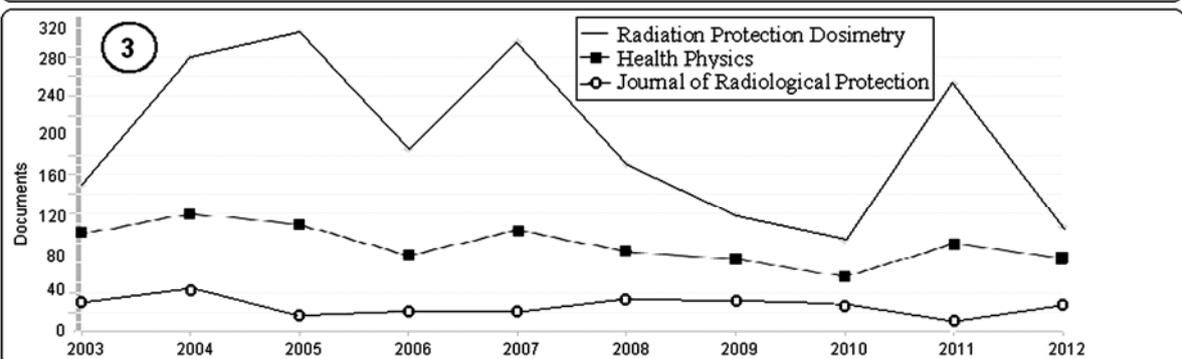
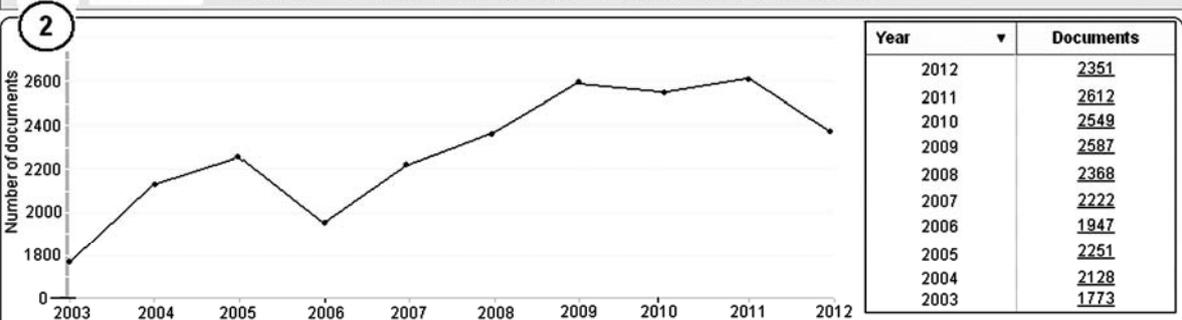


Рис. 11. Анализ публикаций в БД Scopus.

Активировав опцию «Source title», переходили на страницу анализа публикационной активности журналов (см. рис. 11, п. 2), издавших за исследуемый период максимальное количество статей. В автоматизированном режиме формировалась количественная динамика статей в журналах, отмеченных «птичкой» (максимальное количество 15 журналов), по годам.

Нажав на дисплее на название журнала, которое находилось справа от графика, оказывались на странице сведений о журнале [тематическое содержание, издатель, международный номер сериального издания (ISSN), период издания]. Здесь же можно выявить некоторые международные публикационные индексы журнала и, активировав число статей, изучить библиографическую запись и рефераты статей, вышедших в свет в журнале.

Окно анализа результатов позволяет также выявить авторов (опция «Author name»), которые опубликовали наибольшее количество статей по заявленному запросу. Автоматически строится диаграмма публикационной активности авторов. Активировав фамилию автора, открывали страницу, на которой содержались сведения о его научной активности (общее количество публикаций, индекс Хирша, тематика проведенных исследований и др.). Здесь же можно просмотреть список публикаций автора и их рефераты.

Активировав опцию «Affiliation name», открывали страницу анализа учреждений, сотрудники которых опубликовали наибольшее количество статей. В автоматизированном режиме строилась диаграмма, а справа от нее появлялись название учреждений и количество публикаций по заявленному поисковому слову. Нажав на дисплее на название учреждения, появлялась страница, которая представляла почтовый адрес и некоторые публикационные показатели (общее количество публикаций, количество цитируемых ссылок на них, диаграмму направлений научных исследований и др.).

На рис. 11, п. 4 представлен анализ публикаций по странам, который обеспечивает активирование опции «Country».

Возможен анализ публикаций по типу – статья, обзорная статья, краткие сведения, редакционная статья, письма в редакцию и прочее (см. рис. 11, п. 5) и соотнесению выявленного массива публикаций к отраслям научных знаний. Круговая диаграмма строилась в автоматическом режиме, а справа размещались количественные данные. Следует указать, что по содержанию некоторые статьи могут быть отнесены к нескольким областям знаний, в связи с чем общее количество статей, соотнесенных с ними и по которым рассчитывалась структура, больше, чем реальное количество публикаций.

Ежегодно БД Scopus пополнялась на (2280 ± 90) публикаций в сфере радиационной защиты. Полиномиальный ряд при коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,79$) показывает рост количества статей (см. рис. 11, п. 2). В табл. 50 представлен рейтинг публикационной активности стран мира. Ведущие 12 стран мира опубликовали 79 % статей от общего количества публикаций, в том числе США – более 26 %.

По общему количеству статей в сфере радиационной защиты Российская Федерация занимает 12-е место. Публикационная активность России в сфере радиационной медицины по сравнению с другими ведущими странами невысокая. В 2003–2012 гг. российские ученые в соавторстве с иностранными издали 518 статей, или 2,3 % от мирового потока публикаций. Следует заметить, тех статей, которые были проиндексированы в БД Sco-

rus – статьи, которые изданы в зарубежных журналах или отечественных журналах, которые переводятся на английский язык.

Таблица 50

Страны, издавшие наибольшее количество публикаций
в мире в сфере радиационной защиты (2003–2012 гг.)

Мес-то	Страна	Число статей	%	Мес-то	Страна	Число статей	%
1-е	США	5959	26,2	7-е	Италия	1079	4,7
2-е	Германия	2039	8,9	8-е	Индия	925	4,1
3-е	Китай	1614	7,1	9-е	Канада	727	3,2
4-е	Великобритания	1485	6,5	10-е	Испания	659	3,0
5-е	Франция	1301	5,7	11-е	Швейцария	544	2,4
6-е	Япония	1100	4,8	12-е	Россия	518	2,3

В табл. 51 сгруппированы 10 журналов, которые издали наибольшее количество статей в сфере радиационной защиты. В общей сложности указанные журналы выпустили в свет за анализируемое десятилетие (2003–2012 гг.) 16,6 % публикаций от общего массива статей.

Таблица 51

Журналы, издавшие наибольшее количество публикаций
в мире в сфере радиационной защиты (2003–2012 гг.)

Мес-то	Название (страна)	ISSN	Изда-ется	SJR	SNIP	Число статей
1-е	Radiation Protection Dosimetry (Великобритания)	0144-8420	1981-	0,507	0,780	1358
2-е	Health Physics (США)	0017-9078	1958-	0,472	1,098	883
3-е	Journal of Radiological Protection (Великобритания)	0952-4746; 1361-6498	1988-	0,538	1,242	260
4-е	Medical Physics (США)	0094-2405	1974-	1,309	1,679	233
5-е	Radiation Research (США)	0033-7587	1954-	1,083	1,326	201
6-е	International Journal of Radiation Oncology Biology Physics (США)	0360-3016; 1879-355X	1975-	2,237	1,997	188
7-е	Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering (США)	0277-786X	1981	0,216	0,306	181
8-е	Physics in Medicine and Biology (Великобритания)	0031-9155; 1361-6560	1956	1,205	1,553	172
9-е	Annals of the ICRP (Великобритания)	0146-6453; 1872-969X	1976– 1989; 1991; 1993– 2010; 2012-	0,167	0,009	151
10-е	Applied Radiation and Isotopes (Великобритания)	0969-8043	1986	0,911	1,114	147

В табл. 51 включен также индивидуальный номер периодического издания (ISSN), его знание позволит заинтересованным ученым найти сайт журнала в сети Интернет. Второй ISSN – электронная версия журнала. По библиометрическим индексам за 2012 г. (SJR и SNIP) можно судить о научном содержании журнала. Судя по индексам, практически все статьи в журнале, изданные в течение предыдущих трех лет (2009–2011 гг.), были процитированы не менее 1 раза в статьях из других журналов, опубликованных в 2012 г. К сожалению, аналогичные показатели, например 2-летний или 5-летний импакт-фактор, в отечественных журналах по аналогичной тематике на порядки меньше.

В табл. 52 представлены показатели публикационной активности 10 авторов, издавших наибольшее количество статей. В среднем эти авторы публиковали ежегодно по 3–4 статьи. У перечисленных авторов следует отметить высокие показатели индекса Хирша и общее количество изданных статей по другим отраслям знания. В табл. 52–53 представлен также цифровой идентификатор объекта (Digital Object Identifier, DOI) – автора и учреждения, который может помочь при электронном поиске.

Таблица 52

Авторы, издавшие наибольшее количество публикаций
в мире в сфере радиационной защиты (2003–2012 гг.)

Место	Фамилия и имя	Место работы	Число статей	H-индекс	Всего публикаций
1-е	Vañó, Eliseo	Universidad Complutense de Madrid, Department of Radiology (г. Мадрид, Испания). DOI 7006645195	71	27	213
2-е	Greenberger, Joel S.	University of Pittsburgh, Cancer Institute (г. Питтсбург, США). DOI 7103340201	50	39	395
3-е	Vanhavere, Filip	Belgian Nuclear Research Center (г. Моль, Бельгия). DOI 14920061000	45	14	109
4-е	Frush, Donald P.	Duke University School of Medicine, Department of Radiology (г. Дарем, шт. Северная Каролина, США). DOI 7005645286	44	36	209
5-е	Cucinotta, Francis A.	University of Nevada, Las Vegas, Department of Health Physics and Diagnostic Sciences (г. Лас-Вегас, шт. Невада, США). DOI 7005205351	42	33	347
6-е	McDonald, Joseph C.	Pacific Northwest National Laboratory (Richland США). DOI 35518357700	38	9	146
7-е	Wilson, John W.	NASA Langley Research Center, Research Associate (г. Хэмптон, шт. Вирджиния, США). DOI 8252572500	37	24	292
8-е	Lademann, Jürgen M.	Charite -Universitätsmedizin Berlin, Department of Dermatology and Allergology (г. Берлин, Германия). DOI 7005611500	36	37	364

Место	Фамилия и имя	Место работы	Число статей	Н-индекс	Всего публикаций
9-е	Nair, Cherupally Krishnan	Pushpagiri Institute of Medical Sciences and Research Centre (г. Тируванантапурам, шт. Керала, Индия). DOI 24394254200	36	17	84
10-е	Gualdrini, Gianfranco F.	ENEA Centro Ricerche Bologna, Radiation Protection Institute (г. Болонья, Италия). DOI 6603688565	35	10	66

В табл. 53, представлены 10 ведущих учреждений, сотрудники которых выпустили в свет наибольшее количество публикаций в сфере радиационной защиты. В общей сложности ведущие учреждения издали 6,3 % статей от общего количества публикаций по радиационной защите в мире.

Таблица 53

Учреждения, сотрудники которых издали наибольшее количество публикаций в мире в сфере радиационной защиты (2003–2012 гг.).

Место	Название учреждения (город, страна)	Число статей	Всего публикаций	Число патентов
1-е	Helmholtz Center Munich German Research Center for Environmental Health (г. Нойхерберг, Германия). DOI 60024007	154	15 480	-
2-е	National Institute of Radiological Sciences Chiba (г. Тиба, Япония). DOI 60019823	147	6593	191
3-е	Radiation Protection Division (г. Чилтон, графство Оксфордшир, Великобритания). DOI 60007151	146	1569	8
4-е	Bhabha Atomic Research Centre (г. Мумбай, шт. Махараштра, Индия). DOI 60033473	142	22 940	9
5-е	IRSN Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire (г. Фонтене-о-Роз, Франция). DOI 60027331	136	1877	-
6-е	International Atomic Energy Agency (Вена, Австрия). DOI 60019311	130	3356	3
7-е	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (г. Брауншвейг, Нижняя Саксония, Германия). DOI 60010962	127	7420	22
8-е	University of Texas M.D. Anderson Cancer Center (г. Хьюстон, шт. Техас, США). DOI 60015023	127	55 190	29
9-е	Duke University School of Medicine (г. Дарем, шт. Северная Каролина, США). DOI 60005200	125	64 882	134
10-е	European Organization for Nuclear Research (Женева, Швейцария). DOI 60019778	119	33 167	106
22-е	Российская академия наук (Москва, Россия). DOI 60021331	79	165 316	167

Ученые Российской академии наук (РАН) издали в 2003–2012 гг. 79 статей и РАН по публикационной активности в сфере радиационной защиты находилась на 22-м месте в мире.

Структура вида публикаций в БД Scopus в сфере радиационной защиты выглядела следующим образом: научных статей было 64,1 %, обзоров – 17,1 %, материалов конференций – 11,7 %, прочие публикации составили 7,1 % (рис. 12).

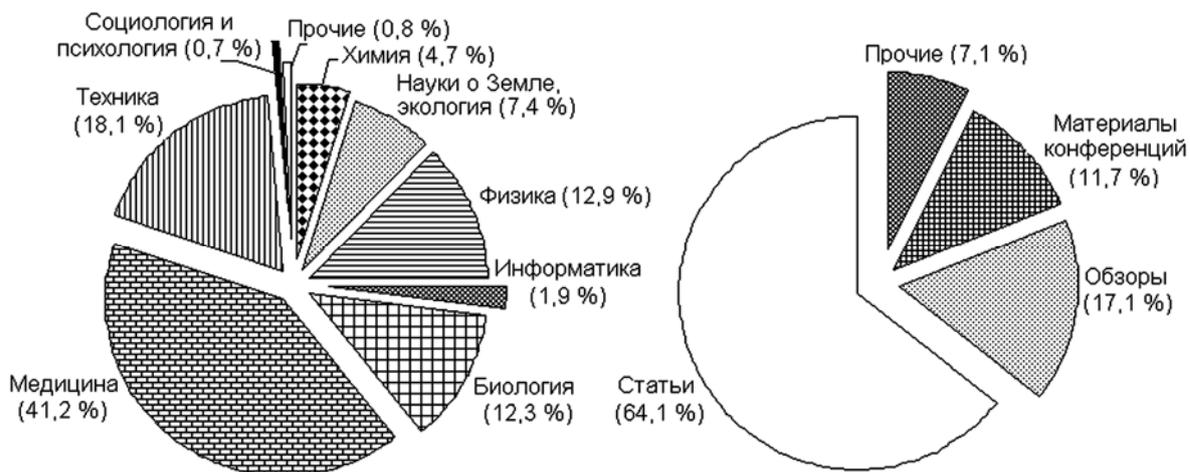


Рис. 12. Структура содержания статей по отраслям наук (слева) и вида публикаций (справа).

В 41,2 % публикаций исследовались медицинские аспекты радиационной защиты, в 12,3 % – радиобиологии. Физические проблемы радиационной защиты содержали 12,9 % статей, химические – 4,7 %, технические вопросы – 18,1 % (см. рис. 12). Содержанием 7,4 % публикаций была охрана окружающей среды.

PubMed – это электронная БД, которая обеспечивает бесплатный доступ к библиографическим записям и рефератам публикаций о жизни и биомедицинской информации. В основном используется ресурс MEDLINE через оригинальный интерфейс Национальной медицинской библиотеки США (United States National Library of Medicine, NLM). Впервые БД PubMed была запущена в январе 1996 г.

MEDLINE – БД медицинской информации, включающая библиографические описания (citations) из более чем 4800 медицинских периодических изданий мира, начиная с начала 1960-х годов, на 30 языках, включая русский (заглавия статей переводятся на английский язык). Примерно 76 % описаний содержат рефераты (abstracts). Около 9000 библиографических записей вводятся в MEDLINE еженедельно, более 500 тыс. – ежегодно [7].

По состоянию на 14.02.2013 г. PubMed содержала более 22,5 млн библиографических записей. 13,1 млн публикаций в PubMed имели резюме и 14,2 млн статей – отсылки на полный текст (их можно получить по подписке), на 3,8 млн статей имеется бесплатный доступ к полному тексту.

Простой поиск в PubMed может осуществляться путем ввода поисковых выражений в окна поиска [12]. Большим достоинством PubMed является

соотношение поисковых слов с MeSH и автоматическим добавлением других рубрик MeSH, которые в той или иной степени связаны с поисковым словом.

Задав поисковое слово Radiation на главной странице сайта PubMed, открываем список рубрик (рис. 13, п. 1), связанных с этим словом. Активировав ключевое слово, переходим на страницу кратких библиографических описаний документов (см. рис. 13, п. 2). В нашем случае в базе данных было найдено 610 688 публикаций. Справа представлен график динамики публикаций, позволяющий определить количество изданий, находящихся в базе данных и вышедших в свет за определенный год (см. рис. 13, п. 3).

The screenshot displays the PubMed search results page for the query 'radiation'. The interface includes a search bar at the top with the query 'radiation' and a search button. Below the search bar, there are several key elements:

- 1**: A dropdown menu showing related terms such as 'radiation therapy', 'cancer radiation', 'ionizing radiation', 'radiation induced', 'radiation exposure', 'radiation dose', 'radiation oncology', 'uv radiation', 'brain radiation', 'radiation pneumonitis', 'radiation breast', 'radiation necrosis', 'radiation cancer', 'radiation protection', 'phone radiation', 'breast radiation', 'breast cancer radiation', 'radiation injury', and 'ultraviolet radiation'. A 'Turn off' button is at the bottom of this menu.
- 2**: Search results summary: 'Summary, 20 per page, Sorted by Recently Added', 'Results: 1 to 20 of 610688', 'Page 1 of 30535'. Two results are listed:
 - 1**: 'Defective DNA damage response and repair in liver cells expressing hepatitis B virus surface antigen.' by Chung YL. FASEB J. 2013 Feb 26. [Epub ahead of print]. PMID: 23444429.
 - 2**: 'Intellectual and Academic Outcome Following Two Chemotherapy Regimens and Radiotherapy for Average-Risk Medulloblastoma: COG A9961.' by Ris MD, Walsh K, Wallace D, Armstrong FD, Holmes E, Gajjar A, Zhou T, Packer RJ. Pediatr Blood Cancer. 2013 Feb 26. doi: 10.1002/pbc.24496. [Epub ahead of print]. PMID: 23444345.
- 3**: A bar chart titled 'Results by year' showing the number of publications per year. A 'Download CSV' button is located below the chart.
- 4**: A detailed view of the first result, showing the title 'Defective DNA damage response and repair in liver cells expressing hepatitis B virus surface antigen.', author 'Chung YL.', and a partial abstract: 'Hepatitis B virus (HBV) is implicated in liver cancer. The aim of this study was to find out whether HBV or its components [HBV surface antigen (HBsAg), HBV core protein (HBc), and HBV X protein (HBx)] could interfere with the host DNA damage response and repair pathway. The full HBV genome or individual HBV'.

Рис. 13. Алгоритм поиска документов в БД PubMed [12].

Нажав на название документа, переходили на страницу полного библиографического описания, где представлены также его резюме и краткие сведения об авторе (см. рис. 13, п. 4).

Если поисковый термин не был найден в MeSH, то PubMed производит поиск в указателе фраз, состоящем из сотен тысяч записей. Например, в отсылках (см. рис. 13, п. 1) нами не было найдено словосочетаний «радиационная медицина» и «радиационная гигиена». Задав эти словосочетания в виде поисковых терминов, получаем подборки, содержащие соответствен-

но 73 924 и 1863 статьи. В табл. 54 представлена динамика публикаций сферы радиационной медицины и гигиены в базе данных PubMed.

Таблица 54

Количество статей в базе данных PubMed (по состоянию на 01.03.2013 г.)

Название раздела, ключевое слово	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Radiation (Радиация, радиационный и т.д.)	21 413	21 911	23 000	24 783	24 362	26 151	27 922	27 853
Radiation Hygiene (Радиационная гигиена)	49	68	52	77	62	64	65	49
Radiation Medicine (Радиационная медицина)	3596	3608	3714	4018	4078	4474	4830	5243

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение информационного документа и документального потока.
2. Что представляет собой Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)?
3. Какие бывают операторы присоединения? Расскажите об области действия этих операторов.
4. Расскажите об алгоритме поиска статей в электронном каталоге Научной электронной библиотеке.
5. Расскажите об алгоритме поиска статей в БД PubMed и Scopus.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 7.0–1999 (ИСО 5127-1–1983). Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 7.0–1984, ГОСТ 7.26–1980 ; введ. 01.07.2000. – Минск : Изд-во стандартов, 1999. – 23 с.
2. Евдокимов В.И. Авторефераты диссертаций в сфере ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1990–2010 гг.) : библиогр. указ. / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2011. – 117 с. – (Радиация. Радиоактивность. Чернобыль ; вып. 1).
3. Евдокимов В.И. Информационно-научная деятельность по медико-биологическим проблемам безопасности в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2012. – 171 с.
4. Евдокимов В.И. Поиск и анализ изобретений по профилактике и лечению радиационных поражений (1994–2010 гг.) : учеб. пособие / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб., 2012. – 196 с.
5. Евдокимов В.И. Проведение патентных исследований по оценке и минимизации радиоактивных излучений (1994–2010 гг.) : учеб. пособие / Всерос. центр

экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2012. – 198 с.

6. Евдокимов В.И., Ермоленко Т.В. Наукометрический анализ информационных материалов по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1987–2010 гг.) : учеб. пособие / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2012. – 162 с.

7. Инструкция по поиску в PubMed [на рус. языке] / Л. Долинская, Е. Фридман, Р. Перельман ; National Library of Medicine. – URL: <http://www.nioch.nsc.ru/library/doc/PubMed>.

8. Медицинские предметные рубрики : алф. список : рус. версия тезауруса MeSH нац. б-ки США : в 4 ч. / Центр. науч. мед. б-ка. – М., 1994. – Ч. 1. – 236 с. ; Ч. 2. – 237–494 с. ; Ч. 3. – 495–771 с. ; Ч. 4. – 772–998 с.

9. Научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>.

10. Полникова Е.М. Scopus от Elsevier или как измерить науку? // Science Index-2012 : материалы конф. – URL: http://www.elibrary.ru/projects/science_index/conf/2012.

11. MeSH-2013, русская версия [Электронный ресурс] / Центр. науч. мед. б-ка. – URL: <http://www.scsml.rssi.ru/>.

12. PubMed. – URL: <http://www.pubmed.com>.

Радиационная медицина.

Ч. 3. Основы обеспечения радиационной безопасности

Учебное пособие

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., засл. врач РФ;
Гребенюк Александр Николаевич – д-р мед. наук проф., e-mail: grebenyuk_an@mail.ru;
Балтрукова Татьяна Борисовна – д-р мед. наук проф. ;
Баринов Владимир Александрович – д-р мед. наук проф. ;
Евдокимов Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., e-mail: 9334616@mail.ru;
Легеза Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., засл. деят. науки РФ;
Тарита Вольдемар Андреевич – канд. мед. наук доц.

Компьютерная верстка Евдокимова Л.Н.
Корректор Агапова Л.Н.

Отпечатано в РИЦ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России
198107, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 146.

Направлено в печать 20.11.2012 г. Формат 60×84/16. Объем 9,5 печ. л. Тираж 150 экз.

**Во Всероссийском центре экстренной и радиационной
медицины им. И.М. Никифорова МЧС России вышло
в свет учебное пособие «Радиационная медицина»
в трех частях:**

Ч. 1 : Основы биологического действия радиации / А.Н. Гребенюк, В.И. Легеза, В.И. Евдокимов, Д.А. Сидоров ; под. ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка ; Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2013. – 124 с.

В первой части приведены современные сведения о строении атомов, дана классификация типов и видов ионизирующих излучений, описаны их основные физические свойства, дозиметрия и радиометрия, изложены современные представления о механизмах биологического действия радиации на различных уровнях организации живой материи, дана классификация радиобиологических эффектов и обоснование их значения для судьбы облученного организма.

Ч. 2 : Клиника, профилактика и лечение радиационных поражений / А.Н. Гребенюк, В.И. Легеза, В.И. Евдокимов, В.В. Салухов, А.А. Тимошевский ; под. ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка ; Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2013. – 156 с.

Во второй части представлены основные клинические формы радиационных поражений от внешнего облучения, инкорпорации радионуклидов, местных, сочетанных и комбинированных радиационных воздействий, приведены фармакологические препараты, которые применяются для профилактики и лечения основных клинических проявлений радиационных поражений.

Ч. 3 : Основы обеспечения радиационной безопасности. / Т.Б. Балтрукова, В.А. Баринов, А.Н. Гребенюк, В.И. Евдокимов, В.И. Легеза, В.А. Тарита ; под. ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка. – СПб. : Политехника-сервис, 2013. – 151 с.

В третьей части приведены сведения о гигиенической регламентации облучения человека, причины, классификации и критерии вмешательства при радиационных авариях, радиационной защите спасателей, участвующих в ликвидации радиационной аварии и ее последствий, организации радиационной безопасности при проведении рентгено-радиологических исследований, поиске информационных ресурсов в сфере радиационной экологии, биологии и медицины в электронных базах данных Научной электронной библиотеки России, Scopus и PubMed. Список рекомендованной литературы представлен для каждой главы отдельно.