

Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр
имени А.И. Бурназяна»
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИННОВАЦИЙ И НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Шандала Н.К., Квачева Ю.Е., Серегин В.А.,
Филонова А.А., Удалов Ю.Д., Паринов О.В.,
Сухов В.А., Теплинская Т.А., Семенова М.П.**

10

**ВОПРОСОВ
ПО РАДИАЦИОННОЙ
ГИГИЕНЕ**

Тема: ЯДЕРНЫЙ ТЕРРОРИЗМ

Москва, 2026

УДК 614.876:621.039.58

ББК 22.386.83

Д37

**Шандала Н.К., Квачева Ю.Е., Серегин В.А., Филонова А.А.,
Удалов Ю.Д., Паринов О.В., Сухов В.А., Теплинская Т.А., Семенова М.П.**

Десять вопросов по радиационной гигиене. Тема: Ядерный терроризм. — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2026. — 32 с.

Авторы:

Шандала Н.К., Квачева Ю.Е., Серегин В.А., Филонова А.А., Удалов Ю.Д., Паринов О.В., Сухов В.А., Теплинская Т.А., Семенова М.П.

Рецензенты:

Ушаков И.Б. — д.м.н., профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Гончаров С.Ф. — д.м.н., профессор, академик РАН, советник генерального директора ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Изложены основные радиационно-гигиенические сведения о радионуклидах, входящих в состав возможных средств ядерного терроризма; характеристики радиометрического и дозиметрического оборудования, используемого для обнаружения радиоактивных веществ. Рассматриваются основные положения построения системы защиты человека, а также приводится перечень лекарственных средств, необходимых для оказания первоочередной помощи.

Брошюра ориентирована на широкий круг специалистов, работающих в области радиационной безопасности и охраны окружающей среды, исследователей в области радиобиологии, гигиены, дозиметрии и радиохимии, студентов медико-профилактических факультетов.

ISBN 978-5-93064-434-0

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
ФМБА России, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЯДЕРНЫЙ ТЕРРОРИЗМ ЭТО	6
2. РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В СОСТАВЕ СРЕДСТВ ЯДЕРНОГО ТЕРРОРИЗМА	7
3. ХАРАКТЕРНЫЕ ВИЗУАЛЬНЫЕ И ИНЫЕ ПРИЗНАКИ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИСТОЧНИКОВ	9
4. КОСВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ	12
5. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	13
6. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	16
7. МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ НАХОЖДЕНИЯ ОТ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА	19
8. МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ НАХОЖДЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ОКОЛО ОПАСНОГО ОБЪЕКТА	21
9. ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ПОМОЩИ ...	24
10. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДЕЗАКТИВАЦИИ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ПОМОЩИ ...	27
МИНИМАЛЬНЫЙ АВАРИЙНЫЙ ЗАПАС МЕДИЦИНСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ПОМОЩИ	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	30
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	31
ЛИТЕРАТУРА	32

ВВЕДЕНИЕ

Роль радиационной гигиены в сфере использования атомной энергии в мирных и оборонных целях направлена, прежде всего, на формирование условий контролируемого и регламентированного функционирования системы «объект использования атомной энергии — окружающая среда — человек» как необходимого условия развития атомной отрасли в стране. Целевая функция системы — сохранение здоровья настоящего и будущего поколений людей, предотвращение детерминированных эффектов облучения и снижение до возможно низкого уровня рисков возникновения стохастических (отдаленных) последствий облучения человека.

В этом контексте совершение актов ядерного терроризма необходимо рассматривать как изменение устойчивости отдельных элементов данной системы или всей системы в целом, что зависит от масштаба и характера террористической акции и, как следствие, может привести к трудно прогнозируемым последствиям для здоровья человека.

Несмотря на физическую защищенность и техническую надежность российских объектов атомной энергетики, в современных условиях весьма обострились угрозы ядерного терроризма, что подтверждается неоднократными и систематическими атаками ВСУ на Запорожскую и Курскую атомные электростанции, в результате которых повреждались линии электропередач, системы охлаждения реакторов и места хранения отработавшего ядерного топлива. При этом даже не прямое попадание в критические элементы инфраструктуры АЭС может привести к нарушениям барьеров безопасности реактора и выбросу радиоактивных веществ. Отсутствие ранее реализованных актов ядерного

терроризма на объектах атомной энергетики значительно затрудняет оценку возможных последствий для персонала, населения и окружающей среды.

Поэтому, с целью быть подготовленным к новым вызовам и угрозам ядерного терроризма, составлена настоящая брошюра, призванная напомнить научную базу методологии проведения радиационно-гигиенических исследований.

1. ЯДЕРНЫЙ ТЕРРОРИЗМ ЭТО



В соответствии с Международной конвенцией о борьбе с актами ядерного терроризма (ЯТ), принятой Генеральной Ассамблеей ООН 13 апреля 2005 г., деяние квалифицируется как акт ядерного терроризма, если лицо незаконно и умышленно:

1. Владеет радиоактивным материалом (РМ), изготавливает устройство или владеет им с намерением причинить смерть или серьезное увечье, либо нанести существенный ущерб собственности или окружающей среде.
2. Использует РМ или устройство любым образом, либо использует или повреждает ядерный объект таким образом, что происходит высвобождение или создается опасность высвобождения РМ, с намерением:
 - причинить смерть или серьезное увечье;
 - нанести существенный ущерб собственности или окружающей среде;
 - вынудить физическое или юридическое лицо, международную организацию или государство совершить какое-либо действие или воздержаться от него.

Таким образом, в системе международных правовых норм в качестве обобщающего используется термин «ядерный» терроризм, который включает в себя и акты «радиологического» (радиационного) терроризма (РТ).



2. РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В СОСТАВЕ СРЕДСТВ ЯДЕРНОГО ТЕРРОРИЗМА

Одним из наиболее вероятных способов радиационного воздействия на людей и радиоактивного загрязнения окружающей среды является применение устройства диспергирования радиоактивности (УДР), известного также как «грязная бомба».



Наиболее вероятными источниками радиации в таких устройствах могут служить следующие радионуклиды: америций-241, калифорний-252, цезий-137, кобальт-60, иридий-192, плутоний-239, полоний-210, радий-226, стронций-90. Создание кустарным способом самодельного ядерного устройства практически невозможно и предполагает наличие у террористов необходимого количества делящихся радионуклидов, таких как уран-235 или плутоний-239.

Основную угрозу применения в радиологических инцидентах составляют широко распространенные в промышленности и медицине радионуклиды:

- Am-241 — нейтронные источники, дымовые извещатели промышленного класса
- Cf-252 — нейтронные источники для каротажа
- Cs-137 — телетерапия, облучатели семян, неразрушающий контроль
- Co-60 — гамма-установки, стерилизаторы, телетерапия (активность до 550 ТБк)

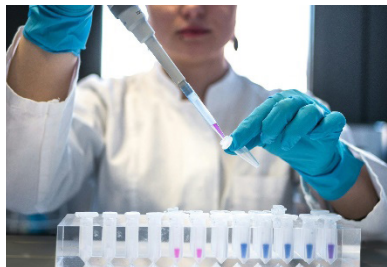
- Ir-192 — промышленная радиография, брахитерапия (до 5,5 ТБк)
- Sr-90 — РИТЭГи (до 1,85 ПБк), промышленные приборы контроля
- Pu-238 — РИТЭГи, кардиостимуляторы старых поколений

Следующие количества нуклидов, при которых возникает потребность в эвакуации на расстояние 100 м и более, представляют практический интерес с точки зрения конструирования «грязных бомб»:

Радионуклид	Масса вещества для эвакуации ~ 100 м	Период полураспада	Тип излучения
Co-60 (кобальт-60)	~0,01–1 г	5,27 года	β , γ (жесткое)
Cs-137 (цезий-137)	~1–100 г	30,2 года	β , γ
Sr-90 (стронций-90)	~1–10 г	28,8 года	β (чистый)
Pu-239 (плутоний-239)	~10–500 г (кр. масса)	24 100 лет	α , n (спонтанное деление)
Ir-192 (иридий-192)	доли г – единицы г	73,8 суток	β , γ
Am-241 (америций-241)	единицы г	432,2 года	α , γ (слабое), n
Ra-226 (радий-226)	единицы г – десятки г	1600 лет	α , β , γ , эманация Rn
Po-210 (полоний-210)	~1–100 мкг	138,4 суток	α (чистый)
Se-75 (селен-75)	десятки г	119,8 суток	γ

3. ХАРАКТЕРНЫЕ ВИЗУАЛЬНЫЕ И ИНЫЕ ПРИЗНАКИ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИСТОЧНИКОВ

Радиоактивные вещества не имеют запаха, цвета, вкуса или видимого свечения, обнаруживаемого без специальных приборов. Идентификация возможна только с помощью радиометрического оборудования.



Тем не менее ряд косвенных визуальных признаков и маркировок позволяет предположить наличие радиоактивных веществ. К их числу относятся:

Маркировка и предупредительные знаки

- Знак радиационной опасности;
- Маркировка «РАДИОАКТИВНОЕ» / «RADIOACTIVE» на упаковке или контейнере;
- Этикетка с указанием нуклида (например, «Cs-137», «Co-60»), активности (МБк / ГБк / ТБк);
- Транспортная маркировка по ГОСТ Р 57479-2017: Класс 7 с маркировкой «РАДИОАКТИВНО» или «ДЕЛЯЩИЙСЯ».

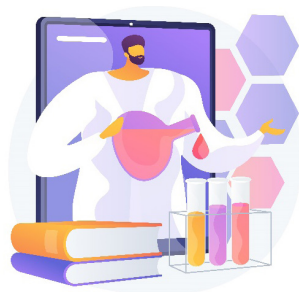
Типовые конструктивные признаки закрытых источников

Большинство промышленных и медицинских закрытых источников имеют характерный вид:

Тип источника / устройства	Внешний вид	Габариты / масса
Малый закрытый источник (общий вид)	Сварной цилиндр из нержавеющей стали, без разъемов и соединений; возможна двойная капсула	Диаметр ≤ 10 мм, длина ≤ 30 мм
Источник для промышленной радиографии (Ir-192, Se-75)	Небольшой цилиндр \approx «карандаш», крепится тросиком к гибкому шлангу-аппликатору	Длина источника 30–450 мм, проектор ≈ 35 кг
Телетерапевтическая головка (Co-60, Cs-137)	Массивный экранированный корпус (свинец/обеднённый уран), диафрагма, коллиматор	200–500 кг
РИТЭГ (Sr-90, Pu-238)	Крупный металлический контейнер с ребрами охлаждения, герметичный; устанавливается в труднодоступных местах	500–1000 кг
Гамма-нож / облучатель семян (Co-60, Cs-137)	Несколько сотен источников в металлических каналах, сферическая геометрия внутри экранированного корпуса	Масса аппарата десятки тонн
Нейтронный источник Am-241/Be, Cf-252	Цилиндрическая двойная капсула из нержавеющей стали	Длина 50–200 мм, масса до 5 кг

Химические формы и физические свойства ключевых радиоактивных веществ

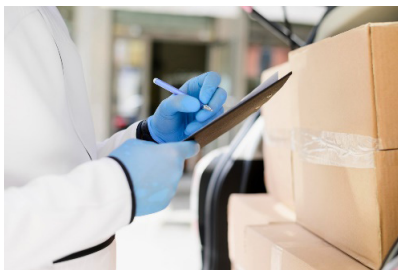
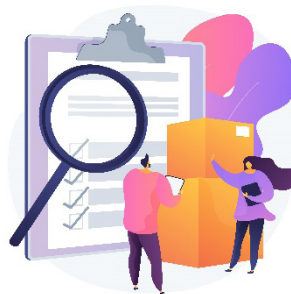
- Cs-137 — стеклокерамические шарики (при нормальной инкапсуляции); порошок CsCl (при разгерметизации);
- Co-60 — металлические гранулы или кобальт-стальной сплав;
- Sr-90 — прессованные гранулы SrCO₂ или оксида, в капсуле;



- Pu-239 — металл или оксид PuO₂, в двойной капсуле;
- Ir-192 — металлическая фольга или тонкая проволока;
- Po-210 — металл, осаждённый на пластину из нержавеющей стали.

4. КОСВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ

- Металлический объект без этикетки или с повреждённой/отсутствующей маркировкой обнаружен в нетипичном месте;
- Ящик, контейнер или устройство с нехарактерным весом (массивная свинцовая защита);



- Следы порошкообразного вещества белого/серого/серо-синего цвета рядом с найденным объектом (рассыпанный CsCl или порошок);
- Тепловыделение от небольшого металлического предмета (характерно для высокоактивных источников);
- Необъяснимые симптомы острой лучевой болезни у нескольких лиц без очевидного источника (тошнота, рвота, эритема кожи в течение первых часов);
- Наличие реальных нейтронных потоков (фиксируется только спектрометром нейтронов — признак плутония или Am/Be-источника).

5. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ



Средства радиационной разведки и дозиметрического контроля подразделяются на группы в соответствии с решаемыми задачами:

- поиск источника;
- измерение мощности дозы;
- идентификация нуклида;
- контроль поверхностного загрязнения;
- контроль внутреннего загрязнения персонала.

Измерители мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) γ - и рентгеновского излучения

Прибор / серия	Диапазон измерений	Назначение
ДКС-96, МКС-АТ1117М, МКС-РМ1402М, МКС-01Р	0,1 мкЗв/ч – 10 ⁶ мкЗв/ч; энергия 15–35 кэВ до 10 МэВ	Экспресс-оценка радиационной обстановки; α , β , γ
EL-1101, EL-1119, EL-1117	0,1 мкЗв/ч – 10 ⁶ мкЗв/ч	Высокая чувствительность; дозиметрия + радиометрия
EL-1103	0,1–100 мкЗв/ч; 5–160 кэВ	Дозовая нагрузка на хрусталик глаза и кожу
ДКГ-01 «ГАРАНТ», ДКГ-02 «АРБИТР-М», МКС-09П, ДКГ-01И, ДКГ-12П	мкЗв/ч – мЗв/ч	«Карманные» — удобны при ограниченных задачах
ДКГ-01 «СТАЛКЕР»	0,1–1000 мкЗв/ч	GPS-функция; одновременная регистрация координат и дозы → картограмма загрязнения
ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т	широкий диапазон	Надёжные полевые дозиметры; мониторинг территорий

Дозиметры-спектрометры нейтронного излучения

- ДСН-4 / МКС-ОЗС: восстановление группового энергетического спектра нейтронов (0,4 эВ — 10 МэВ); определение МАЭД γ (0,1 мкЗв/ч — 10^6 мкЗв/ч). Обязателен при подозрении на Pu-239, Am/Be или Cf-252.

Индивидуальные дозиметры (ИДК)

Тип	Модели (Россия)	Особенности
Термолюминесцентные (ТЛД)	КДТ-02М, ДТУ-01, АКИДК-201, «Сапфир», ДВГ-02Т	Высокий верхний предел диапазона
Радиофотолуминесцентные	Система «Флюорад»	Высокий диапазон доз; лабораторное считывание
Электронные прямопоказывающие (ЭПД)	ДКГ-АТ2503/2503А, ДКС-АТ3509	Звуковая сигнализация превышения дозового порога; автовнесение в базу данных индивидуального дозиметрического контроля

Гамма-спектрометрические системы (идентификация нуклидов)

Тип детектора / прибор	Разрешение	Применение
Сцинтилляционный NaI (среднее разрешение) — InSpector-1000 (полевой)	~8% по линии 661,7 кэВ	Оперативный поиск и предварительная идентификация нуклидов на территории; щитовидная железа (I-131)
Полупроводниковый HPGe (высокое разрешение) — SMART-1™	2,0–2,5 кэВ по Co-60	Точная идентификация и количественный анализ; изотопная характеристика U/Pu
СИЧ (счётчики излучения человека) — СИЧ 2.2, СИЧ 2.8, СИЧ-МР, СЕГ-01Т/02Т, «Прогресс-гамма», «Спектр-СИЧ», РИГ-07П	От 8% (NaI) до 2 кэВ (HPGe)	Прямое определение внутреннего загрязнения у пострадавших: Cs-137 в теле, I-131 в щитовидной железе, Co-60/Am-241 в лёгких

Приборы контроля поверхностного и объёмного загрязнения

- Радиометры α/β загрязнений: РУБ-01П7 (2 Бк/кг — 5×10^5 Бк/кг); УРФ-1; РЖБ-11П (β -излучающие нуклиды в воде, 3,7–3700 Бк/л)
- Низкофоновые радиометры: УМФ-2000 (полупроводниковый Si-детектор α и β , 0,01–1000 Бк); «Спутник-Ар» (α -радиометр портативный)
- Сцинтилляционный β -спектрометр СУБ-01Ф — удельная активность по Sr, Ra, Th без специальной подготовки пробы
- Пробоотборники воздуха с АФС-фильтрами — контроль аэрозольного загрязнения воздуха на рабочих местах

Методы и средства поиска перемещённых источников на местности

- Пешеходная γ -съёмка: дозиметристы с ДРГ-01Т1 / МКС-01Р обходят территорию; замеры через каждые 100–300 м
- Автомобильная γ -съёмка: по транспортным маршрутам через 50–250 м; ДКГ-01 «Сталкер» с GPS-картированием
- Аэросъёмка: поиск высокоактивных источников с воздуха (вертолёт / БПЛА с блоком NaI-детекторов)
- Радиационный контроль на КПП: воротные стационарные мониторы (портальные, для гамма- и нейтронного излучения) — ограниченный охват

Пороговое значение, свидетельствующее о наличии опасного источника: МАЭД >100 мкЗв/ч на расстоянии 1 м.

6. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Система защиты основана на трёх базовых принципах: ВРЕМЯ (минимизация пребывания), РАССТОЯНИЕ (максимальное удаление) и ЭКРАНИРОВАНИЕ (применение защитных материалов). К применяемым средствам защиты относятся средства индивидуальной защиты (СИЗ) и стационарные (передвижные) экраны.

Уровни защиты (классификация МАГАТЭ P1672R)

Уровень	Защита органов дыхания	Защита тела	Применение
A (максимальная)	СИЗОД с избыточным давлением (SCBA, автономный дыхательный аппарат)	Полностью герметичный газо- и пылезащитный костюм; химически стойкие перчатки, бахилы; свинцовый фартук (при γ)	При высоких концентрациях аэрозолей, неизвестном агенте; МАЭД >100 мЗв/ч
B	SCBA или PAPR (приточно-вытяжной с фильтром)	Химически стойкий брызгозащитный костюм; перчатки, бахилы	Жидкость или аэрозоль при известном агенте
C	Полнолицевая / полумаска с высокоэффективным фильтром (HEPA класса P3)	Химически стойкий комбинезон с капюшоном; перчатки, бахилы	Загрязнённая зона без непосредственного контакта с жидкостями
D (минимальная)	Нет / хирургическая маска	Стандартный рабочий комбинезон, защитные очки, перчатки, ботинки с металлическим носком	Загрязнённая зона без угрозы ингаляции — только γ -поле

Перечень средств защиты от радиоактивных веществ

Состав комплекта СИЗ для радиационной разведки:

- Хлопчатобумажный комбинезон (тип Tyvek) — барьер от загрязнения кожи и одежды
- Резиновые перчатки (2 пары — внутренняя хлопчатобумажная + внешняя резиновая)
- Бахилы резиновые или плёночные поверх рабочей обуви
- Защитные очки (закрытого типа)
- Респиратор ШБ-1 «Лепесток» или РПГ-67 с фильтром класса РЗ при работе с α/β -загрязнением
- Свинцовый фартук (0,35–0,5 мм Рb-эквивалент) при работе вблизи γ -источников
- Освинцованные очки или щиток при рентгеновском и низкоэнергетическом γ -излучении
- Индивидуальный дозиметр (ЭПД с сигнализацией; диапазон не менее 0–250 мЗв; дополнительно ТЛД)



Экранирующие материалы

Тип излучения	Материал экрана	Пояснение
α -излучение	Бумага, воздух (10 см), перчатки	Полностью задерживается внешним слоем кожи; опасно только при внутреннем поступлении
β -излучение	Оргстекло, алюминий (5–10 мм)	Тяжёлые металлы вызывают тормозное излучение; предпочтительны лёгкие материалы
γ - и рентгеновское излучение	Свинец (Pb), обеднённый уран, вольфрам, бетон, вода	Свинцовый фартук $\geq 0,5$ мм ослабляет дозу; основная защита — расстояние
Нейтроны	Полиэтилен высокой плотности, вода, бор-содержащие материалы, парафин	Водородосодержащие материалы — замедлители; бор — поглотитель тепловых нейтронов

При пожаре или взрыве с участием радиоактивных веществ (РВ) дополнительно обязательно применение СИЗОД для защиты от дыма и радиоактивного аэрозоля независимо от расстояния (в радиусе 300 м).

7. МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ НАХОЖДЕНИЯ ОТ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА

Понятие «минимальное расстояние» в контексте радиационной аварии не вполне корректно. При возникновении радиационной аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение, на основании данных контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии.



Внешняя граница охраняемой зоны вводится для ограничения доступа населения и лиц, не задействованных в аварийно-спасательных и других неотложных работах.

Внутри охраняемой зоны выделяются:

- **Зона строго контролируемого доступа** («красная зона») — потенциально опасная для здоровья;
- **Буферная зона** («жёлтая зона»);
- **«Зелёная зона»** — примыкает к внешней границе буферной зоны, маркируется ограничительными и информационными знаками, где могут вводиться превентивные меры защиты, но охрана не требуется.

Периметр безопасности зависит от типа радиологической ситуации и устанавливается на основе инструментальных измерений и прогноза.

Ситуация	Минимальный периметр	Примечание
Потенциально опасный источник — без признаков повреждения или рассеивания	30 м от источника	Запрет доступа без СИЗ и дозиметра
Повреждённый / неэкранированный источник (напр., 100 ТБк Cs-137)	30 м вокруг источника	Немедленная эвакуация; красная зона
Значительный разлив / рассеивание РВ из опасного источника	100 м вокруг места рассеивания	Зона оцепления + запрет нахождения без защиты
Пожар, взрыв, дым с вовлечением опасного источника	300 м радиус	Обязательны СИЗОД; недопустимо нахождение в зоне дыма
Предполагаемое УДР / «грязная бомба» — взорвавшаяся или нет	400 м и более (или дальше линии видимости)	Первичный периметр оцепления силовыми структурами
Сцена ядерного взрыва / пожар на ядерном объекте	1000 м (начальная зона)	Расширяется по данным радиационной разведки и метеобстановки
Неизвестный бесхозный источник — первоначальная мера	≥5 м (самозащита)	До прибытия специалистов не трогать, не перемещать
МАЭД >1000 мкЗв/ч в любой точке	Немедленно покинуть зону	Опасность тяжёлых детерминированных эффектов

В случае нахождения внутри здания:

- Повреждённый источник внутри помещения: немедленно покинуть загрязнённую комнату + соседние помещения (этаж выше/ниже); заблокировать вентиляцию;
- Пожар с распространением через вентиляцию: эвакуировать всё здание + зона 300 м снаружи;
- Основное правило при нахождении внутри здания: кирпичные стены и бетонные перекрытия обеспечивают ослабление γ -излучения в 2–10 раз. Оставаться внутри при угрозе облака радиоактивных частиц выгоднее, чем выходить (до получения официального указания об эвакуации).

8. МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ НАХОЖДЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ОКОЛО ОПАСНОГО ОБЪЕКТА

Строго фиксированного значения «минимального времени» не существует, поскольку допустимое время пребывания персонала в зоне радиационной опасности определяется дозовыми пределами (установлены НРБ 99/2009) и мощностью дозы излучения.



Время работы ограничивается необходимостью не превысить установленные нормативы для конкретной категории лиц:

- **Персонал группы А (спасатели):** Планируемое повышенное облучение может быть разрешено до 100 мЗв в год. В исключительных случаях, например, при спасении жизни пострадавших, допускается облучение персонала группы А до 200 мЗв. Соответственно допустимое время работы рассчитывается исходя из указанных пределов.
- **Персонал, неоформленный как персонал группы А и неаттестованный на участие в аварийно-спасательных работах** (например, медицинские работники, судмедэксперты, полицейские, следователи и др.): ограничение дозы облучения составляет не более 5 мЗв за все время участия в работах.

Применяется принцип ALARA (As Low As Reasonably Achievable — Настолько меньше, насколько это разумно достижимо).



Расчёт допустимого времени в зависимости от МАЭД

Максимально допустимое время (в часах) при известной мощности дозы рассчитывается по формуле:

$$t \text{ (ч)} = \text{Допустимая доза (мЗв)} / \text{МАЭД (мЗв/ч)}$$

Пример: при МАЭД = 10 мЗв/ч и пределе 100 мЗв → $t = 10$ ч; при МАЭД = 100 мЗв/ч и пределе 100 мЗв → $t = 1$ ч; при МАЭД = 500 мЗв/ч и пределе 500 мЗв → $t = 1$ ч (только в рамках операции по предотвращению тяжёлых последствий).

Нахождение сотрудников около опасного объекта как в экипировке, так и без нее

Защитная экипировка (костюм, респиратор, маска) не снижает дозу при наличии закрытого радиоактивного источника. Гамма-излучение проникает сквозь любую защитную одежду. Надев комбинезон и респиратор рядом с таким источником, сотрудник не получает защиты от основного поражающего фактора — внешнего гамма-излучения.

Средства индивидуальной защиты эффективны только в тех ситуациях, когда существует угроза попадания радио-

активных веществ внутрь организма (вдыхание, заглатывание) или на кожу:

- Источник разрушен, рассыпан или расплавлен — в воздухе есть радиоактивная пыль или аэрозоль;
- Пожар или взрыв с участием радиоактивного вещества — дым содержит радиоактивные частицы;
- Работа с жидкими или сыпучими радиоактивными материалами — угроза загрязнения кожи и одежды;
- Работа на радиоактивно загрязнённой территории — вторичное пылеобразование при движении.

В этих случаях респиратор класса РЗ (или изолирующий СИЗОД) и защитный костюм снижают дозу внутреннего облучения, т.е. дозу от радиоактивных частиц, попавших внутрь организма при дыхании или через кожу, но без защиты от внешнего гамма-излучения.

Если источник не разрушен и не горит — респиратор бесполезен для снижения дозы.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ПОМОЩИ

Настоящий раздел содержит сведения о лекарственных препаратах, применяемых при инкорпорировании радиоактивных веществ и внешнем радиоактивном загрязнении тела. Приведённая информация предназначена исключительно для медицинских специалистов, имеющих профессиональную подготовку в области радиационной медицины, медицины катастроф или военной медицины.



Самостоятельное применение указанных препаратов лицами без соответствующей медицинской квалификации недопустимо и может причинить серьёзный вред здоровью. Большинство перечисленных средств перед началом применения требуют предварительного лабораторного подтверждения факта инкорпорирования конкретного радионуклида, расчёта индивидуальной дозы препарата и медицинского контроля в процессе применения.

Данная информация не является инструкцией для применения и не может использоваться в качестве самостоятельного руководства к действию без привлечения профильного медицинского персонала.

Первоочередная помощь при радиологическом инциденте включает:

- медикаментозную терапию — блокаду щитовидной железы;
- ускорение выведения инкорпорированных радиоактивных веществ;
- симптоматическое лечение.

Медикаментозное лечение при инкорпорировании радионуклидов

Радионуклид(ы)	Препарат	МНН / Форма	Механизм действия
I-131 (радиоактивный йод)	Йодид калия (KI)	KI, 125 мг; табл. 0,125 г	Насыщение щитовидной железы стабильным йодом → блокада поглощения ¹³¹ I (приём немедленно или в первые 6 ч после воздействия)
Am-241, Co-60, In, Pu-238/239, Cm	ДТПА (Ca-DTPA / Zn-DTPA)	Диэтилентриаминпентауксусная кислота; в/в или ингаляционно	Хелатообразование → ускоренное почечное выведение
Cs-137, Tl-201	Берлинская лазурь (Prussian Blue)	Феррогексацианоферрат, капсулы 500 мг	Связывание Cs/Tl в ЖКТ → прерывание энтерогепатической рециркуляции
Po-210	Димеркапрол (БАЛ)	BAL® (British Anti-Lewisite), в/м	Тиоловый хелатор — связывание Po через SH-группы
Ga-67	Пеницилламин	D-пеницилламин, капсулы	Хелатообразование с Ga
Tc-99m	Перхлорат калия	KClO ₄ , табл.	Конкурентное ингибирование поглощения Tc щитовидной железой
Тритий (H-3)	Водная нагрузка	Усиленный питьевой режим (>3 л/сут)	Разведение трития в жидкостях организма → ускорение выведения с мочой
U (уран)	Натрия гидрокарбонат	NaHCO ₃ , в/в инфузия	Ощелачивание мочи → образование нерастворимых уранил-карбонатных комплексов → снижение почечной токсичности
Sr-90, Ra, Ba	Сульфат бария; кальция глюконат; хлорид кальция	Перорально / в/в	Конкурентное замещение Sr/Ra стабильным кальцием
Fe (радиоизотопы)	Дефероксамин (ДФО)	Дефероксамин, в/в	Хелатор железа
Тяжёлые металлы (Hg, As, Bi)	ДМПС (унитиол)	2,3-dimercapto-1-propanesulfonate, в/в	Тиоловый хелатор

Дозы и режим применения йодида калия (KI)

Возрастная группа	Доза KI	Режим
Взрослые и дети >12 лет	0,125 г (1 таблетка)	1 раз в сутки × 7–10 дней
Дети 3–12 лет	0,0625 г (½ таблетки)	1 раз в сутки × 7–10 дней
Дети до 3 лет (включая новорождённых)	0,03125 г (¼ таблетки)	1 раз в сутки × 7 дней
Беременные и кормящие женщины	0,125 г (1 таблетка)	Однократно или по решению врача; мониторинг функции щитовидной железы

Критически важно: KI эффективен только при приёме до или в первые 4–6 часов после поступления радиоактивного йода. Приём через 24 ч и позже — нецелесообразен.

Опыт преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС 1986 г. был использован для оптимизации схемы йодной профилактики при авариях на ядерных установках. В 2023 г. после участвовавших атак ВСУ на Запорожскую АЭС в ходе специальной военной операции нашими специалистами под руководством д.б.н. А.М. Лягинской данная схема была вновь доработана и утверждена руководителем ФМБА России В.И. Скворцовой.

Йодная профилактика

Опыт проведения йодной профилактики при аварии на Чернобыльской АЭС был использован для оптимизации схемы йодной профилактики при авариях на ядерных установках



УТВЕРЖДАЮ



Руководитель
Федерального
медико-биологического агентства
В.И. Скворцова
2023 г.

Методические рекомендации
91500 12.0002-2023
МР ФМБА России — 2023

Руководство по йодной профилактике в случае возникновения радиационной аварии

Разработано специалистами
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
(Квачева Ю.Е., Метеллея Е.Г., Паринов О.В., Шандала Н.К. и др.)



10. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДЕЗАКТИВАЦИИ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ПОМОЩИ

Перечисленные выше лекарственные средства и процедуры дезактивации должны применяться только специализированными медицинскими службами: аварийными бригадами ФМБА России, медицинскими формированиями МЧС России, медицины катастроф, а также персоналом профильных медицинских учреждений, уполномоченных на оказание помощи пострадавшим при радиационных авариях.



Проведение дезактивационных процедур осуществляется под непрерывным радиометрическим контролем с документированием каждого этапа.

Наружная дезактивация

Первый шаг — снятие одежды, ликвидирующее до 80–90% внешнего загрязнения. Последовательность дальнейшей обработки:

- 1. РАНЫ (приоритет № 1): промывание стерильным физиологическим раствором или водой; при Am/Pu/Cm — введение ДТРА в рану; удаление видимых инородных тел пинцетом; закрытие водонепроницаемой повязкой после достижения уровня $<2-3x$ фонового

- 2. ОТВЕРСТИЯ ТЕЛА (глаза, уши, нос, рот): ирригация физраствором/водой; назальные мазки для лабораторного анализа; промывание под контролем радиометра
- 3. ВЫСОКОКОНТАМИНИРОВАННЫЕ УЧАСТКИ КОЖИ: промывание тёплой (не горячей) водой с нейтральным мылом (рН 6–7) мягкой губкой; детские влажные салфетки; контроль радиометром после каждого цикла; повторять до достижения фона
- 4. ОСТАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ТЕЛА: душ с нейтральным шампунем; особое внимание — складки кожи, ногти, ушные раковины
- 5. ВОЛОСЫ: промывание шампунем; при сохранении загрязнения — стрижка, но не бритьё кожи головы

Критерий завершения дезактивации: загрязнение кожи ≤ 2 –3-кратного фонового уровня по радиометру. Если достичь этого уровня не удаётся — прекратить процедуру во избежание повреждения кожного барьера, задокументировать остаточное загрязнение.

Для условий террористической радиологической ситуации безопасный уровень радиоактивного загрязнения одежды персонала и СИЗ может быть оценён значением 10^4 Б-част/(м²·мин) за смену.

Средства дезактивации поверхностей и оборудования

- Мыльный раствор (рН 6–7) — универсальное средство дезактивации кожи и нержавеющей поверхностей
- Раствор лимонной кислоты 1–3% — дезактивация металлических поверхностей
- Раствор ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) 1% — хелатирование катионов тяжёлых металлов на поверхностях
- Комплексон (ДТПА) 1–5% водный — очистка поверхностей, загрязнённых Am/Pu/Cm

- «Защитная паста» или адсорбирующий порошок (активированный уголь) — для локального удаления загрязнителей с кожи до водной дезактивации
- Физиологический раствор NaCl 0,9% — промывание ран, глаз, слизистых оболочек

Минимальный аварийный запас медицинских средств для первоочередной помощи

Препарат / средство	Количество на бригаду (5 чел.)	Назначение
Таблетки KI 0,125 г	10 таблеток	Блокада щитовидной железы
Ca-DTPA (пентетат кальция), р-р для инъекций 200 мг/мл, 5 мл	5 ампул	Хелатирование Am/Pu/Co/Cm
Берлинская лазурь 500 мг, капсулы	30 капсул (1 уп.)	Загрязнение Cs-137/Tl
Физиологический раствор 0,9%, 500 мл	5 флаконов	Промывание ран/слизистых
Нейтральное мыло / рН-нейтральное жидкое мыло	2 флакона 500 мл	Наружная дезактивация кожи
Стерильные перчатки, перевязочный материал, водонепроницаемые повязки	Стандартный санитарный набор	Обработка ран
Антиэметики (метоклопрамид 10 мг в/м или ондансетрон 8 мг)	5 ампул	Тошнота и рвота при острой лучевой болезни
Анальгетики (кеторолак 30 мг в/м)	5 ампул	Обезболивание при ожогах и травмах
Одноразовые мешки для изолированного сбора заражённой одежды и материала	10 шт.	Контроль вторичного загрязнения
Полиэтиленовые пакеты (большие), маркеры, лента-скотч	Набор	Упаковка одежды, предметов

При наличии подозрения на внутреннее загрязнение Am/Pu: Ca-DTPA следует ввести как можно раньше (в первые 1–2 часа) — эффективность многократно выше, чем при позднем введении. Zn-DTPA используется для продолжения курса (менее токсичен при длительном применении).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог рассматриваемым десяти вопросам, неизбежно возникающим в связи с угрозой, реализацией и ликвидацией последствий актов ядерного терроризма, считаем приоритетным разработку следующих научно-практических направлений:

- Совершенствование и разработка технологий, направленных на обеспечение радиационной безопасности;
- Совершенствование взаимодействия по ядерному обнаружению и ситуационному реагированию. Новое научное направление, над которым мы работаем — медико-биологическая ядерная криминалистика, — подразумевает разработку инновационных медицинских технологий противодействия угрозам ядерного терроризма и ситуационного реагирования;
- Создание единой нормативной и методической документации санитарно-эпидемиологического нормирования, регламентирующей вопросы обеспечения безопасности (в том числе радиационной и химической) при ликвидации последствий актов ядерного терроризма;
- Разработка новых методов дозиметрического и радиационно-гигиенического мониторинга населения.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЯТ	— ядерный терроризм
ООН	— Организация Объединённых Наций
РМ	— радиоактивные материалы
РТ	— радиологический терроризм
УДР	— устройство диспергирования радиоактивности
РИТЭГ	— радиоизотопный термоэлектрический генератор
МАЭД	— мощность амбиентного эквивалента дозы
ИДК	— индивидуальный дозиметрический контроль
ТЛД	— термолюминесцентный дозиметр
ЭПД	— электронный прямопоказывающий дозиметр
КПП	— контрольно-пропускной пункт
СИЗ	— средство индивидуальной защиты
РВ	— радиоактивные вещества
БПЛА	— беспилотный летательный аппарат
СИЗОД	— средство индивидуальной защиты органов дыхания
ФМБА России	— Федеральное медико-биологическое агентство
МЧС России	— Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
МНН	— международное непатентованное наименование
ЖКТ	— желудочно-кишечный тракт

ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинские аспекты противодействия радиологическому и ядерному терроризму / Л.А. Ильин [и др.]; под общей ред. Л.А. Ильина. — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2018. — 392 с. ISBN 978-5-905926-57-0. Онлайн-версия: https://elib.biblioatom.ru/text/meditsinskie-aspekty-protivodeystviya-terrorizmu_2018/p0/
2. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010): Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2010.
4. Публикации МАГАТЭ:
IAEA EPR-FirstResponder (2006). Response to a Nuclear or Radiological Emergency. First Responder Field Manual. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR_FirstResponder_web.pdf
IAEA EPR-medical physicists (2020). Guidance for medical physicists responding to a nuclear or radiological emergency. https://preparecenter.org/wp-content/uploads/2021/03/EPR-MEDPHY_web.pdf
IAEA P1672R (2014). Protecting People Against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack. Radiation Protection at Crime Scenes (Russian version). https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1672R_web.pdf
IAEA EPR-Medical (2024). Medical Response to a Nuclear or Radiological Emergency (Updated edition). [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR-Medical%20\(2024\)_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR-Medical%20(2024)_web.pdf)
IAEA Pub1278 (2003). Identification of Radioactive Sources and Dispersal Devices. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1278_web.pdf
IAEA TECDOC-1344 (2003). Categorization of Radioactive Sources. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1344_web.pdf

Формат 60x90/16, объем 2,0 усл. печ. л.
Бумага 80 г/м². Офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Тираж 1000 Заказ № 434-2026-н
Отпечатано в типографии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
123098, Москва, ул. Живописная, 46
Тел. +7 (499) 190-93-90
rcdm@mail.ru, lochin59@mail.ru
www.fmbafmbc.ru

