

---

**Транспортная безопасность.  
Радиационная безопасность при  
эксплуатации лучевых досмотровых  
установок**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**



**Владимир Игоревич Ушаков**  
**Транспортная безопасность.**  
**Радиационная безопасность**  
**при эксплуатации лучевых**  
**досмотровых установок.**  
**Методические рекомендации**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=24051408](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=24051408)*  
*ISBN 9785448517013*

**Аннотация**

Методические рекомендации предназначены для подготовки специалистов в области обеспечения транспортной безопасности, связанных с эксплуатацией лучевых досмотровых установок на всех видах транспорта.

# Содержание

Список принятых сокращений	5
Введение	7
1. Перечень документов, рекомендуемых для использования при обучении	9
2. Термины и определения	11
Конец ознакомительного фрагмента.	23

**Транспортная  
безопасность.  
Радиационная  
безопасность при  
эксплуатации лучевых  
досмотровых установок  
Методические  
рекомендации**

*Корректор* Екатерина Александровна Грайворонченко

*Редактор* Владимир Игоревич Ушаков

*Иллюстратор* Екатерина Александровна Грайворончен-

ко

© Екатерина Александровна Грайворонченко, иллюстрации, 2017

ISBN 978-5-4485-1701-3

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

# Список принятых сокращений

АСФ	Аварийно-спасательное формирование
ДООА	Допустимая среднегодовая объемная активность
ДУА	Допустимая среднегодовая удельная активность
ЕСКИД	Единая государственная система контроля и учета индивидуальных доз облучения
ИДК	Индивидуальный дозиметрический контроль
ИДО	Индивидуальная доза облучения
ИДУК	Инспекционно-досмотровые ускорительные комплексы
ИИ	Ионизирующее излучение
ИИИ	Источник ионизирующего излучения
ЛДУ	Лучевые досмотровые установки
ЛПРА	Ликвидация последствий радиационной аварии
МАД	Мощность амбиентного эквивалента дозы
МЗА	Минимально значимая активность
МЗУА	Минимально значимая удельная активность
МЛА	Минимально лицензированная активность
МЭД	Мощность эквивалентной дозы
ОПД	Основной предел дозы
ОРБ	Обеспечение радиационной безопасности
ПГП	Предел годового поступления
ПД	Предел дозы
РА	Радиационная авария
РАО	Радиоактивные отходы
РБ	Радиационная безопасность
РДУ	Референтный диагностический уровень
РК	Радиационный контроль
РТУ	Рентгенотелевизионная установка
РСЧ	Рентгеновские сканеры для персонального досмотра людей
РУДБТ	Рентгеновские установки для контроля багажа и товаров
СИЗ	Средства индивидуальной защиты
СЭЗ	Санитарно-эпидемиологическое заключение
УВ	Уровень вмешательства
ФЗ	Федеральный закон
ЧС	Чрезвычайная ситуация
ЭДО	Эффективная доза облучения
ЭРОА	Эквивалентная равновесная объемная активность



# Введение

Облучение в результате использования техногенных источников ионизирующего излучения (*ИИИ*) является одним из главных антропогенных факторов облучения населения. В связи с недостаточной грамотностью в области радиационной безопасности (*РБ*) у населения вызывает опасение использование рентгентелевизионных установок (*РТУ*) в целях досмотра на объектах транспортной инфраструктуры.

Согласно современной концепции биологического действия ИИ, любая сколь угодно малая доза увеличивает риск возникновения стохастических (генетических, канцерогенных и т.д.) эффектов, которые могут проявиться по прошествии многих лет после облучения.

Существует два основополагающих главных принципа РБ:

- исключение всякого необоснованного облучения;
- снижение дозы излучения до минимально достижимого уровня.

Такой подход позволяет снизить лучевые нагрузки на население при любых случаях облучения.

Создание и функционирование приведенной системы РБ возможно только при условии высокого профессионализма всех лиц, ответственных за эксплуатацию техногенных ИИИ. В связи с этим особое внимание должно уделяться обучению

и информированию персонала и населения вопросам РБ.



# **1. Перечень документов, рекомендуемых для использования при обучении**

Федеральный закон от 30.03.1999г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с редакцией от 23.06.2014 г.).

СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности НРБ 99/2009» Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 г.

СП 2.6.1.2612—10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ— 99/2010)» от 26.04. 2010 г.

СанПиН 2.6.1.2800—10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения» от 24.12.2010 г.

СанПиН 2.6.1.2369—08 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками».

СанПиН 2.6.1.2748—10 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения».

СанПиН 2.6.1.3106—13 «Гигиенические требования

по обеспечению радиационной безопасности при использовании рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей».

СанПиН 2.6.1.2800—10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения».

Р 2.2.1766—03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

## 2. Термины и определения

1. **Авария радиационная** – потеря управления ИИИ, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.

2. **Активность (A)** – мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = dN/dt, \text{ где}$$

$dN$  – ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени  $dt$ . Единицей активности является **беккерель (Бк)**.

Использувавшаяся ранее внесистемная единица активности **кюри (Ки)** составляет  $3,7 \times 10^{10}$  Бк.

3. **Активность минимально значимая (МЗА)** – активность ИИИ в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов исполнительной власти, уполномоченных осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, на использование этого источника, если при этом также

превышено значение минимально значимой удельной активности.

**4. Активность минимально значимая удельная (МЗУА)** – удельная активность ИИИ в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов исполнительной власти, уполномоченных осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, на использование этого источника, если при этом также превышено значение МЗА.

**5. Активность удельная (объемная)** – отношение активности  $A$  радионуклида в веществе к массе  $m$  (объему  $V$ ) вещества:

$$A_m = A/m; A_V = A/V.$$

Единица удельной активности – **беккерель** на килограмм,  $Bк/кг$ . Единица объемной активности – беккерель на метр кубический,  $Bк/м^3$ .

**6. Активность эквивалентная равновесная объемная (ЭРОА)** дочерних продуктов изотопов радона –  $Rn^{222}$  и  $Rn^{220}$  – взвешенная сумма объемных активностей короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона –  $Po^{218}$  ( $RaA$ );  $Pb^{214}$  ( $RaB$ );  $Bi^{214}$  ( $RaC$ );  $Pb^{212}$  ( $ThB$ );  $Bi^{212}$  ( $ThC$ ) соответственно:

$$(ЭРОА)_{Rn} = 0,10A_{RaA} + 0,52A_{RaB} + 0,38A_{RaC}, (ЭРОА)_{Rn} = 0,91A_{ThB} + 0,09A_{ThC}, \text{ где}$$

$A_i$  – объемные активности дочерних продуктов изотопов радона.

**7. Вещество радиоактивное** – вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды с активностью, на которые распространяются требования НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.

**8. Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы ( $W_R$ )** – используемые в радиационной защите множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов:

Фотоны любых энергий	1
Электроны и мюоны любых энергий	1
Нейтроны с энергией менее 10 кэВ	5
от 10 кэВ до 100 кэВ	10
от 100 кэВ до 2 МэВ	20
от 2 МэВ до 20 МэВ	10
более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20

Все значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения – испускаемому при ядер-

ном превращении.

**9. Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов ( $W_T$ )** – множители эквивалентной дозы в органах и тканях, используемые в радиационной защите для учета различной чувствительности разных органов и тканей в возникновении стохастических эффектов радиации:

Гонады	0,20
Костный мозг (красный)	0,12
Толстый кишечник	0,12
Легкие	0,12
Желудок	0,12
Мочевой пузырь	0,05
Грудная железа	0,05
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01
Клетки костных поверхностей	0,01
Остальное	0,05 <*>

<\*> При расчетах учитывается, что «Остальное» включает надпочечники, головной мозг, экстракторкальный отдел органов дыхания, тонкий кишечник, почки, мышечную

ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В исключительных случаях, когда один из перечисленных органов или тканей получает эквивалентную дозу, превышающую самую большую дозу, полученную любым из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, следует приписать этому органу или ткани взвешивающий коэффициент, равный 0,025, а оставшимся органам или тканям из рубрики «Остальное» приписать суммарный коэффициент, равный 0,025.

**10. Вмешательство** – деятельность, направленная на снижение вероятности, либо дозы, либо неблагоприятных последствий облучения населения при радиационных авариях, при обнаружении радиоактивных загрязнений объектов окружающей среды или повышенных уровней природного облучения на территориях, в зданиях и сооружениях.

**11. Группа критическая** – группа лиц из населения (не менее 10 человек), однородная по одному или нескольким признакам – полу, возрасту, социальным или профессиональным условиям, месту проживания, рациону питания, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию по данному пути облучения от данного источника излучения.

**12. Дезактивация** – удаление радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды, или его снижение.

13. **Доза поглощенная ( $D$ )** – величина энергии ИИИ, переданная веществу:

$$D = d_e/d_m, \text{ где}$$

$d_e$  – средняя энергия, переданная ИИИ веществу, находящемуся в элементарном объеме, а  $d_m$  – масса вещества в этом объеме.

Энергия может быть усреднена по любому определенному объему вещества, и в этом случае средняя доза будет равна полной энергии, переданной веществу, содержащемуся в данном объеме, деленной на массу этого вещества. В единицах СИ поглощенная доза измеряется в джоулях, деленных на килограмм ( $\text{Дж}/\text{кг}^{-1}$ ), и имеет специальное название – **грей** ( $\text{Гр}$ ).

Использовавшаяся ранее внесистемная единица **рад** равна  $0,01 \text{ Гр}$ .

14. **Доза в органе или ткани** – средняя поглощенная доза в определенном органе или ткани человеческого тела.

15. **Доза эквивалентная ( $H_{T, R}$ )** – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения,  $W_R$ :

$$H_{T, R} = W_R \times D_{T, R}, \text{ где}$$

$D_{T, R}$  – средняя поглощенная доза в органе или ткани  $T$ ,

$W_R$  – взвешивающий коэффициент для излучения  $R$ .

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами эквивалентная до-



за определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения:

$$H_T = \sum_R H_{T,R}$$

**Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).**

**16. Доза эффективная ( $E$ )** – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты.

**17. Доза эквивалентная или эффективная**, ожидаемая при внутреннем облучении – доза за время, прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм.

**18. Доза эффективная (эквивалентная) годовая** – сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Единица годовой эффективной дозы – **зиверт (Зв)**.

**19. Доза предотвращаемая** – прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

**20. Загрязнение радиоактивное** – присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воз-

духе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные НРБ-99/2009.

**21. Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)** – радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.

**22. Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)** – радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.

**23. Заключение санитарно-эпидемиологическое** – документ, удостоверяющий соответствие (несоответствие) санитарным правилам факторов среды обитания, хозяйственной и иной деятельности, продукции, работ и услуг, а также проектов нормативных актов, эксплуатационной документации.

**24. Захоронение отходов радиоактивных** – безопасное размещение радиоактивных отходов без намерения последующего их извлечения.

**25. Зона наблюдения** – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль.

**26. Зона радиационной аварии** – территория, на которой установлен факт радиационной аварии.

**27. Источник ионизирующего излучения** – (источник излучения) радиоактивное вещество или устройство, испус-

кающее или способное испускать ИИ, на которые распространяется действие НРБ-99/2009.

**28. Источник радионуклидный закрытый** – источник излучения, устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан.

**29. Источник радионуклидный открытый** – источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду.

**30. Источник излучения природный** – ИИИ природного происхождения, на который распространяется действие НРБ-99/2009.

**31. Источник излучения техногенный** – ИИИ, специально созданный для его полезного применения или являющийся побочным продуктом этой деятельности.

**32. Категория объекта радиационного** – характеристика объекта по степени его потенциальной радиационной опасности для населения и персонала в условиях возможной максимальной для данного объекта радиационной аварии.

**33. Квота** – часть предела дозы, установленная для ограничения облучения населения от конкретного техногенного источника излучения и пути облучения (внешнее, поступление с водой, пищей и воздухом).

**34. Класс работ** – характеристика работ с открытыми ИИИ по степени потенциальной опасности для персонала,

определяющая требования по РБ в зависимости от радиотоксичности и активности нуклидов.

**35. Контроль радиационный** – получение информации о радиационной обстановке в организации, в окружающей среде и об уровнях облучения людей (включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль).

**36. Место рабочее** – место постоянного или временного пребывания персонала для выполнения производственных функций в условиях воздействия ИИ.

**37. Мощность дозы** – доза излучения за единицу времени (секунду, минуту, час).

**38. Население** – все лица, включая персонал вне работы с ИИИ.

**39. Обеспечение качества** – планируемые и систематические действия, необходимые для обеспечения работы медицинского рентгенорадиологического оборудования и выполнения процедур на уровне, удовлетворяющем установленным медико-техническим требованиям.

**40. Облучение** – воздействие на человека ИИ.

**41. Облучение аварийное** – облучение в результате радиационной аварии.

**42. Облучение медицинское** – облучение ИИ, которому подвергаются: а) пациенты при прохождении ими диагностических или терапевтических медицинских процедур; б) лица (за исключением медицинского персонала), которые сознательно и добровольно помогают в уходе за пациентами

в больнице или дома; в) лица, проходящие медицинские обследования в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур; и г) лица, участвующие в медицинских профилактических обследованиях и в медико-биологических исследованиях.

**43. Облучение планируемое повышенное** – планируемое облучение персонала в дозах, превышающих установленные основные пределы доз, с целью предупреждения развития радиационной аварии или ограничения ее последствий.

**44. Облучение потенциальное** – облучение, которого нельзя ожидать с абсолютной уверенностью, но которое может иметь место в результате аварии с источником, либо события или последовательности событий гипотетического характера, включая отказы оборудования и ошибки во время эксплуатации.

**45. Облучение природное** – облучение, которое обусловлено природными источниками излучения.

**46. Облучение производственное** – облучение работников от всех техногенных и природных ИИИ в процессе производственной деятельности, за исключением облучения за счет нахождения в производственных помещениях, удовлетворяющих установленным требованиям.

**47. Облучение профессиональное** – облучение персонала в процессе его работы с техногенными ИИИ.

**48. Облучение техногенное** – облучение от техноген-

ных источников как в нормальных, так и в аварийных условиях, за исключением медицинского облучения пациентов.

**49. Обращение с отходами радиоактивными** – все виды деятельности, связанные со сбором, транспортированием, переработкой, хранением и захоронением радиоактивных отходов.

**50. Объект радиационный** – физический объект (сооружение, здание, огороженный комплекс зданий), где осуществляется обращение с техногенными ИИИ.

**51. Отходы радиоактивные (РАО)** – не предназначенные для дальнейшего использования вещества в любом агрегатном состоянии, в которых сумма отношений удельных активностей радионуклидов к их МЗУА *превышает 1*.

**52. Паспорт радиационно-гигиенический организации** – документ, характеризующий состояние РБ в организации и содержащий рекомендации по его улучшению.

**53. Паспорт радиационно-гигиенический территории** – документ, характеризующий состояние РБ населения территории и содержащий рекомендации по его улучшению.

**54. Персонал** – лица, работающие с техногенными источниками излучения (*группа А*

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.