



**XI** Российская научная конференция  
Радиационная защита и радиационная безопасность  
в ядерных технологиях

# Радиационная безопасность персонала и реагирование на внештатные ситуации в отделении ядерной медицины

**Сергей Анатольевич Рыжов**

Вице-президент Ассоциации медицинских физиков России

Начальник отдела радиационной безопасности и медицинской физики  
ФГБУ "НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева" Минздрава России

Научный сотрудник НПКЦ диагностики и телемедицины ДЗМ



27.10.2021

# Понятие радиационного риска ( в последние годы появилось много статей, посвященных радиационным рискам)



IOPscience Journals Books Publishing Support Login

## Journal of Radiological Protection

ACCEPTED MANUSCRIPT • OPEN ACCESS

### Keeping the ICRP recommendations fit for purpose

Christopher Clement<sup>1</sup>, Werner Ruehm<sup>2</sup>, John D Harrison<sup>3</sup>, Kimberly E Applegate<sup>4</sup>, Donald Cool<sup>5</sup>, Kunwoo Cho<sup>10</sup>

Accepted Manuscript  
SRP by IOP Publishing

[What is an Accepted Manuscript](#)



ACCEPTED MANUSCRIPT • OPEN ACCESS

### Potential risks of cardiovascular and cerebrovascular disease and cancer from cumulative doses received from diagnostic CT scans

Colin John Martin<sup>1</sup> and  
Accepted Manuscript online  
behalf of SRP by IOP Publishing

[What is an Accepted Manuscript](#)



**Journal of MEDICAL IMAGING and RADIATION ONCOLOGY**

Medical Imaging—Original Article

### Effective doses and associated age-related risks for common paediatric diagnostic nuclear medicine and PET procedures at a large Australian paediatric hospital

Victoria J Earl, Luke J Baker, Amanda A Perdomo

First published: 10 June 2021 | <https://doi.org/10.1111/1754-9485.13257>

VJ Earl: BSc (Hons), MMedPhys; LJ Baker BAppSc (MedRad) (NucMed); AAPerdomo BSc (Hons), CMPS, MACPSEM.

Conflict of interest: There is no financial support or conflict of interest to be declared.

[Read the full text >](#)

PDF TOOLS SHARE

## Abstract

## Introduction

BIR Publications  
The British Institute of Radiology

ANYWHERE Enter words / phrases / DOI / ISBN / keywords / authors / etc

Home Journals Browse By Other Publications About Resources COVID-19

BJR

Journal Home Current Issue Latest Articles All Issues Browse By Resources

Home → The British Journal of Radiology → Vol. 94, No. 1126 → Radiation risk issues in recurrent imaging

CONTEMPORARY ISSUES IN RADIATION PROTECTION IN MEDICAL IMAGING SPECIAL FEATURE: REVIEW ARTICLE

### Radiation risk issues in recurrent imaging

Charles Brower and Madan M Rehani

Published Online: 23 Jun 2021 | <https://doi.org/10.1093/bjr/abz038>

PDF/EPUB

BIR Publications  
The British Institute of Radiology

ANYWHERE Enter words / phrases / DOI / ISBN / keywords / authors / etc

Home Journals Browse By Other Publications About Resources COVID-19

BJR

Journal Home Current Issue Latest Articles All Issues Browse By Resources

Home → The British Journal of Radiology → Vol. 94, No. 1126 → Cumulative radiation doses from recurrent PET-CT examinations

OPEN ACCESS · CONTEMPORARY ISSUES IN RADIATION PROTECTION IN MEDICAL IMAGING SPECIAL FEATURE: REVIEW ARTICLE

### Cumulative radiation doses from recurrent PET-CT examinations

Makoto Hosono, Mamoru Takenaka, Hajime Monzen, Mikoto Tamura, Masatoshi Kudo and



European Journal of Radiology  
Volume 142, September 2021, 109871



## SECTIONS

Abstract  
Introduction

Assessment of patients' cumulative doses in one  
ugh

Однако, большинство статей посвящены  
рискам/дозам **пациентов**, а что же с  
**персоналом?**

<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109871>

[Get rights and content](#)



# В чем отличие облучения персонала



Есть существенная разница между защитой персонала и пациентов

	Персонал	Пациенты
Отношение	Осознанный риск	Необходимый риск
Принцип защиты	Основной принцип защиты – нормирование и оптимизация	Основной принцип защиты – обоснование и оптимизация (включая risk-benefit analysis)
Пределы облучения	Определены пределы риска	Пределы облучения не установлены Крайне важна роль персонала и уровень развития технологии (ALARA)
Принцип учета	Учитываются накопленные дозы	Фиксируются дозы за исследования
Тип (характеристики) облучения	<b>Хроническое облучение в низкой дозе и с низкой энергией</b> (рассеянное излучение)	«Острое» облучение (высокая мощность дозы и неоднородность при относительно высокой дозе)
Облучение разных частей тела	Облучение <b>глаз, рук, кожи</b>	В зависимости от зоны интереса

Нужно помнить, что, как правило, дозы пациента и персонала **связаны**: чем выше доза на пациента и чем их больше, тем выше доза персонала

# На сколько защита должна быть безопасной?

## Пределы доз (**проект НРБ-99/2021**)

Нормируемые Величины <sup>*</sup>	Пределы доз	
	персонал (группа А)**	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза в: хрусталике глаза***	150 мЗв <b>20 мЗв/год, усредненная за 5 последовательных лет и 50 мЗв за любой отдельный год<sup>2</sup></b>	15 мЗв
Коже****	500 мЗв	50 мЗв
Кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

### Примечания:

**2 - Вводится с 01.01.2026 и распространяется на персонал группы А и группы Б.**

<sup>\*</sup> Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.

<sup>\*\*</sup> Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни воздействия персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.

<sup>\*\*\*</sup> Относится к дозе на глубине 300 мг/см<sup>2</sup>.

<sup>\*\*\*\*</sup> Относится к среднему по площади в 1 см<sup>2</sup> значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см<sup>2</sup> под покровным слоем толщиной 5 мг/см<sup>2</sup>. На ладонях толщина покровного слоя - 40 мг/см<sup>2</sup>. Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см<sup>2</sup> площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает не превышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.

# КАКОЙ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИЕМЛЕМ?



Врачи рентгенологи 00-е годы 20 века



Медработник рентген-кабинета. Англия. 1918 г.

Врачи рентгенологи 20-е годы

В последние годы наблюдается значительный **рост количества оборудования и исследований** при существенно меньшем увеличении количества персонала это значит, что **увеличивается нагрузка на персонал**

**А сейчас**

Наборы СИЗ

ставни

Отсутствуют или имеют дефекты

Реальная жизнь

Не правильно или вообще не используются

Отделка и средства защиты

Мнение проверяющих

М-БАРИТ

ШТУКАТУРКА БАРИТОВАЯ

ААА СБОРА РАДИОАКТИВНОСТИ ОТ УДАРА

Незнание, непонимание и недоверие: основные спутники внештатных ситуаций



# Оценка достигнутого уровня радиационной безопасности

---

**Персонал**

# Среднегодовые дозы облучения персонала рентгенодиагностических кабинетов общего профиля, мЗв\*

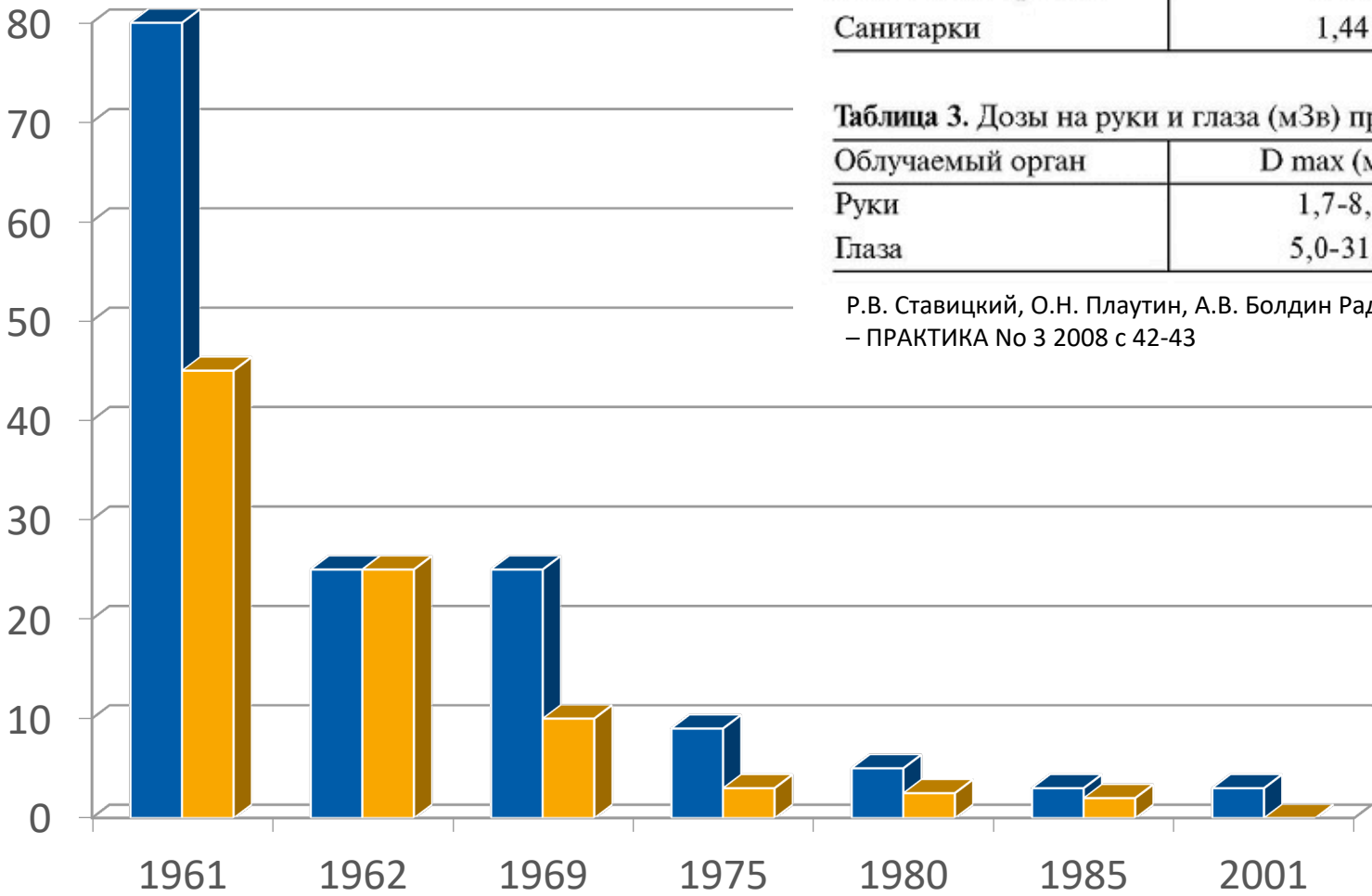


Таблица 2. Диапазон индивидуальных доз облучения персонала рентгенодиагностических кабинетов за год (мЗв/год)

Должность	Emax (мЗв/год)	Emin (мЗв/год)	Emid (мЗв/год)
Врачи- рентгенологи	1,69	0,54	0,874
Рентгенолаборанты	1,19	0,17	0,868
Санитарки	1,44	0,53	0,928

Таблица 3. Дозы на руки и глаза (мЗв) при ангиографических процедурах (одно исследование)

Облучаемый орган	D max (мЗв)	Dmin (мЗв)	Dmid (мЗв)
Руки	1,7-8,5	1-7,3	2,7
Глаза	5,0-31,0	0,3-25,0	9,3

Р.В. Ставицкий, О.Н. Плаутин, А.В. Болдин Радиационная безопасность персонала рентгеновских кабинетов РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА No 3 2008 с 42-43

■ врачи  
■ рентгенолаборанты

По данным РГП  
Эффективная доза персонала в ОЯМ  
**2 - 6 мЗв в год,**  
что в 2-3 раза выше, чем в ОЛД

\* - данные Н.А. Акоповой

# Оценка эффективных доз персонала собственные исследования по результатам данных ИДК за 6 кварталов (2020-2021 гг)



- Среднее отклонение у одного человека **16%** ( $0,26 \pm 0,04$  мЗв в квартал) это значит, что сотрудники получают примерно одинаковые дозы, тк одинаково выполняют свою работу
- **Было выявлено 2** выпадающих значения (отличие более **100%** от доз за другие периоды наблюдений, одно более **высокое**, второе более **низкое**)
- ПРИЧИНА? **ДЛИТЕЛЬНЫЙ ОТПУСК**
- Среднее отклонения по всем сотрудникам группы А **36%** ( $0,26 \pm 0,09$  мЗв в квартал) это значит, что разные сотрудники имеют разные функциональные обязанности, что определяет разную лучевую нагрузку, те их риски не одинаковы
- минимальное измеренное **0,15 мЗв**, максимальное **1,68 мЗв** в квартал, те отличие в квартальной дозе у **разных сотрудников достигало 11 раз**, в годовой 5,1 раза



# Эффективная доза собственные исследования (Проведен анализ данных ИДК за 6 кварталов)



- По отделениям (эфф. доза, мЗв/квартал)

показатель	Весь персонал	РНД	рентген	РНД/ рентген
min	0,15	0,23	0,19	21%
max	1,68	1,68	0,42	300%
min/max	11,2	7,3	2,2	-
среднее	0,26±0,04	0,36±0,09	0,24±0,03	50%

Наибольшие дозы у медсестер отделения радионуклидной диагностики при этом эти дозы также не однородны

- По должностям (эфф. доза, мЗв/квартал)

показатель	врачи РНД	врачи рентген	медсестры РНД	медсестры рентген	Врачи РНД/ рентген	м/с РНД/ рентген	Врачи/мс рентген	Врачи/мс РНД
min	0,2	0,19	0,29	0,2	5%	45%	5%	45%
max	0,37	0,36	1,68	0,42	3%	300%	17%	354%
min/max	1,9	1,9	5,8	2,1		-		
среднее	0,25±0,04	0,24±0,03	0,53±0,17	0,24±0,03	4%	121%	0%	112%

## Как еще можно оценить эффективные дозы

---

# Дозы персонала в ПЭТ отделении в пересчете на пациента\*

- Средние дозы ПЭТ / КТ для всего тела (в хорошо спроектированном учреждении):

Фасовка **1-2 мкЗв**

Введение **2-4 мкЗв** на пациента

Позиционирование пациента/сканирование **1-2 мкЗв/пациент**

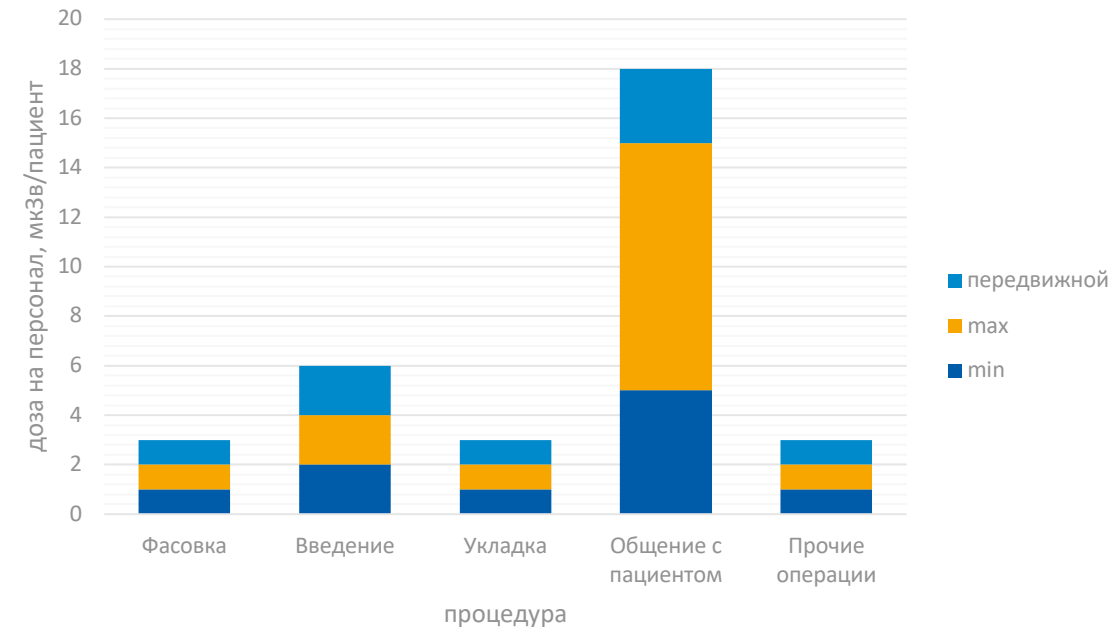
- Для мобильного аппарата ПЭТ увеличение дозы на все тело составляет не менее **3-6 мкЗв** на пациента.
- Сопровождение пациента в туалет или на исследование **5-10 мкЗв/пациент**

**от 4 до 7 мкЗв/пациент**, в отдельных случаях/учреждениях до **18 мкЗв/пациент** (среднее значение **5,9±1,2 мкЗв/пациент**)\*\*

\*- данные IAEA

\*\*\* Antic V, Ciraj-Bjelac O, Stankovic J, Arandjic D, Todorovic N, Lucic S. Radiation exposure to nuclear medicine staff involved in PET/CT practice in Serbia. Radiat Prot Dosimetry. 2014 Dec;162(4):577-85. doi: 10.1093/rpd/ncu001. Epub 2014 Jan 23. PMID: 24464817.  
Radiation Dose to PET Technologists and Strategies to Lower Occupational Exposure Fiona O. Roberts, Dishan H. Gunawardana, Kunthi Pathmaraj, Anthony Wallace, Paul L. U, Tian Mi, Sam U. Berlangieri, Graeme J. O'Keefe, Chris C. Rowe, Andrew M. Scott Journal of Nuclear Medicine Technology Mar 2005, 33 (1) 44-47;

## Whole body scan 370 MBq FDG



## Дозы в ПЭТ-центре за исследование

Для сравнения дозы  
рентгенолаборанта в ЯМ за процедуру  
(мкЗв)\*\*

Сцинтиграфия с Tc-99m (кости)	0.3 ± 0.2
Tc-99m MIBI SPECT	1.7 ± 0.2
I-131 (за 4 дня на посту)	0.2 ± 0.2
ПЭТ с 18F-FDG	5.9 ± 1.2

\*\* Chiesa et al, Eur J Nucl Med 1997: 24: 1380 - 1389



# Дозы персонала в ПЭТ отделении в пересчете на активность\* и на процедуры (действия)\*\* по данным литературы



- По данным исследования \* дозы персонала в пересчете на единицу активности составила **17-19** и **21-26** мкЗв/ГБк (в зависимости от учреждения). В другом исследовании \*\*\*\* при оценке индивидуального эквивалента дозы для технологов в ПЭТ/КТ, составлял от **11,5** нЗв/МБк до **23,8** нЗв/МБк. Доза облучения всего тела обусловлена в основном инъекцией радиофармпрепарата (**41,5%**) и расположением пациента (**51,1%**). \*\*\*\*
- При применении автоматических инъекторов дозы на конечности могут быть снижены более чем на 95% до среднего уровня **10 мкЗв на ГБк**. \*\*\*
- Были включены следующие радиационные работники с обязанностями, предусматривающими максимальное внешнее облучение:
  - Врачи (**4,8** мкЗв / процедура),
  - медсестры, введение (**3,1** мкЗв / процедура), помощь в позиционировании пациента (**6,5** мкЗв / процедура)
  - радиофармакологи, выполняющие тесты контроля качества (**2,9** мкЗв / процедура),
  - ежедневные проверки циклотрона (**13,4** мкЗв / процедура). \*\*

\* Antic V, Ciraj-Bjelac O, Stankovic J, Arandjic D, Todorovic N, Lucic S. Radiation exposure to nuclear medicine staff involved in PET/CT practice in Serbia. Radiat Prot Dosimetry. 2014 Dec;162(4):577-85. doi: 10.1093/rpd/ncu001. Epub 2014 Jan 23. PMID: 24464817.

\*\* Takahashi Y, Hosokawa S, Tsujiguchi T, Monzen S, Kanzaki T, Shirakawa K, Nemoto A, Ishimura H, Oriuchi N. Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18]fluoro-D-glucose PET for workers' safety. Radiol Phys Technol. 2020 Mar;13(1):98-103. doi: 10.1007/s12194-019-00548-0. Epub 2019 Dec 12. PMID: 31832908.

\*\*\* - P. Covens, D. Berus, F. Vanhavere, V. Caveliers, The introduction of automated dispensing and injection during PET procedures: a step in the optimisation of extremity doses and whole-body doses of nuclear medicine staff, *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 140, Issue 3, August 2010, Pages 250–258, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncq110>

\*\*\*\* - P Fragoso Costa, M Reinhardt, B Poppe, OCCUPATIONAL EXPOSURE FROM F-18-FDG PET/CT: IMPLEMENTATION TO ROUTINE CLINICAL PRACTICE, *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 179, Issue 3, May 2018, Pages 291–298, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncx276>

# Эффективная доза, собственные исследования (в пересчете на пациентов/процедуры и на активность (предварительные данные))



По результатам анализа данных за 2020 год:

- усредненное значение дозы для персонала составило **6,2±1,2** мкЗв/пациента
- усредненное значение дозы на единицу активности **13** мкЗв/ГБк (нЗв/МБк)

Полученные данные в целом согласуются с иностранными публикациями

- Данные значения могут использоваться для **прогноза доз** персонала в зависимости от **нагрузки**, что в свою очередь может содействовать выявлению случаев неправильного ношения индивидуальных дозиметров и усилить культуру радиационной безопасности.
- Однако по нашему **мнению наибольшим потенциалом для снижения индивидуальных доз** обладает подход связанный **с оценкой доз за отдельные технологические операции**, к сожалению существенная вариативность данной работы, связанная как с **возрастом пациентов**, так и с **особенностями персонала** и **недостатками текущего приборного оснащения**, существенно затрудняет ее выполнение.

# Риск рака у радиационных технологов (рентгенолаборантов и процедурных м/с) в отделениях ядерной медицины



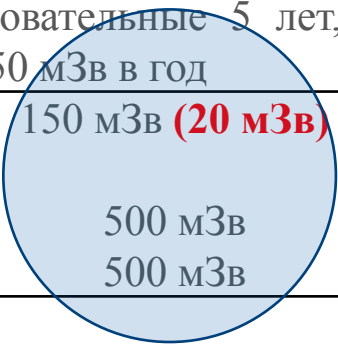
- В 2018 в США опубликовано когортное исследование\* с анализом общей заболеваемости и смертности от рака 72 755 технологов-радиологов (по данным анкетирования)
- Период наблюдения: в среднем 7,5 лет
- Результаты: повышенного риска заболеваемости раком или смерти от рака **не выявлено**.
- Частота проведения диагностических или терапевтических процедур в ЯМ и использование средств радиационной защиты **не были связаны** с риском рака.

## Почему:

- Эффективная доза в ОЯМ **2 - 6 мЗв в год\*\*\***

Необходимо оценить дозы на хрусталик, кожу (кисти)

Нормируемые величины**	Пределы доз
	персонал (группа А)* <u>(2)</u>
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза коже кистях и стопах	150 мЗв <b>(20 мЗв)</b>  500 мЗв 500 мЗв



\* - Bernier MO, Doody MM, Van Dyke ME, Vilhoing D, Alexander BH, Linet MS, Kitahara CM. Work history and radioprotection practices in relation to cancer incidence and mortality in US radiologic technologists performing nuclear medicine procedures. Occup Environ Med. 2018 Aug;75(8):533-561. doi: 10.1136/oemed-2017-104559. Epub 2018 May 2. PMID: 29720482; PMCID: PMC6051924.

\*\* - НРБ-99/2009 (проект НРБ-99/2021)

\*\*\* - IAEA и РГП



Тогда зачем мы проводим ИДК?

---

Фактически

при **высокой культуре радиационной безопасности ИДК не нужен**, те  
это в большей степени вопрос контроля сотрудников, а не оценка риска

**Значит нужно оценить риски более точно  
для хрусталика и кожи/конечностей**

# Эквивалентная доза на хрусталик (Риск катаракты в ОЯМ)



- расчетные годовые дозы облучения хрусталика глаза колеблются **от 0,9 до 25,0 мГр** в зависимости от типа выполняемой процедуры;
- за весь период трудовой деятельности накопленная доза может достигать **до 500,0 мГр**.

В 2018 году опубликована работа Bernier\* в которой показано:

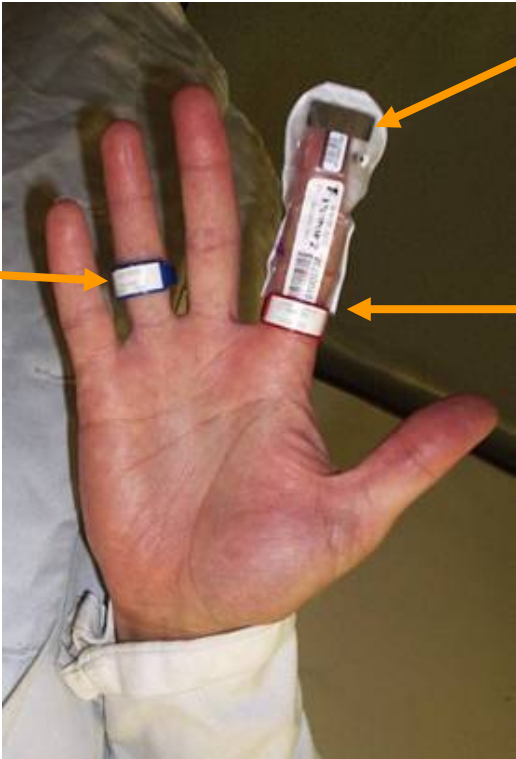
- увеличение риска катаракты **на 7%** при выполнении диагностических процедур в ОЯМ
- увеличение риска катаракты **на 10%** при проведении терапевтических процедур в ОЯМ,

однако это гораздо **ниже**, чем в интервенционной радиологии (где накопленная доза за все годы может превысить **1 Гр**)

- Основная причина высоких доз - **отсутствие или не правильное использование средств защиты**

Работа в ОЯМ несколько **увеличивает** вероятность развития катаракты. Следовательно нужно использовать СИЗ и защищать глаза

Эквивалентная доза на кисти в ОЯМ **может превышать 500 мЗв/год\*\*\*\***



8.0 mGy

2.1 mGy

0.39 mGy

Доза на руку за месяц\*

ПЭТ/КТ	1.4 mSv/GBq*
Ядерная медицина	0.04
Радиофармакологи	0.006
Радиохимики	0.3

- Доза за процедуру Нр (10) составляет 4,2-7 мкЗв/процедуру\*\*, тогда как
- дозы на конечности Нр (0,07) 34-126 мкЗв/процедуру.
- Дозы для всего тела на единицу активности составляли 17-26 мкЗв/ГБк\*\*
- Приведенная доза на палец составила 170-680 мкЗв/ГБк\*\*
- Максимальные расчетные годовые дозы на все тело 2,0-3,4 мЗв\*\*.
- 771 ± 147 мкЗв за квартал\*\*\*
- доза на процедуру ПЭТ составила 4,1 мкЗв (11 нЗв/МБк)\*\*\*

Внедрение автоматических инъекторов, а также оптимизация практики работы приводят к снижению дозы **от 12 до 67%.**

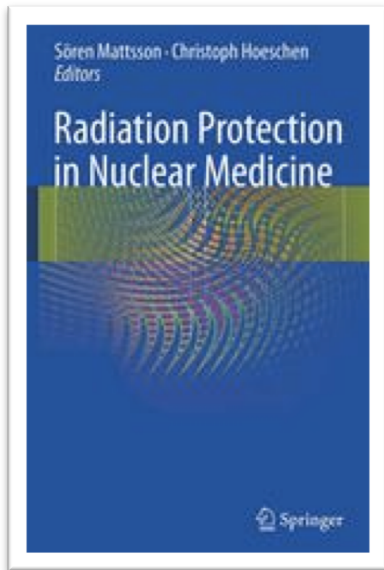
\* - данные IAEA  
\*\* - Antic V, Ciraj-Bjelac O, Stankovic J, Arandjic D, Todorovic N, Lucic S. Radiation exposure to nuclear medicine staff involved in PET/CT practice in Serbia. Radiat Prot Dosimetry. 2014 Dec;162(4):577-85. doi: 10.1093/rpd/ncu001. Epub 2014 Jan 23. PMID: 24464817.  
\*\*\* - Radiation Dose to PET Technologists and Strategies to Lower Occupational Exposure Fiona O. Roberts, Dishan H. Gunawardana, Kunthi Pathmaraj, Anthony Wallace, Paul L. U, Tian Mi, Sam U. Berlangieri, Graeme J. O'Keefe, Chris C. Rowe, Andrew M. Scott Journal of Nuclear Medicine Technology Mar 2005, 33 (1) 44-47;

## Эквивалентная доза на кисти в ОЯМ (2)

В работе Lecchi, 2016\* показано, что если в ПЭТ-центре выполняют за год **1500** исследований с FDG и используют активность примерно **200** МБк на пациента, расчетная годовая эквивалентная доза на пальцы составит:

- **100 мЗв** при фасовке РФП в защитном боксе (горячей камере).
- **200 мЗв** при введении FDG пациенту.

Т.е. **ниже предела** дозы для кожи (500 мЗв).



Однако, согласно результатам отчета **EURORADOS (ORAMED)** годовой предел дозы на конечности будет **превышен у 20%** при увеличении активности до **400** МБк на пациента, и у **40%** сотрудников, при повышении активности до **500** МБк <sup>18</sup> F-FDG.

По мнению Mattsson, S., предел годовой дозы (500 мЗв на пальцы) достигается после **900 пациентов ежегодно** (при использовании защиты) или **170** пациентов ежегодно (если защитные экраны не используются).

значит дозу на руки тоже **нужно**  
**контролировать и снижать**

\* - Lecchi, M., Malaspina, S. & Del Sole, A. Effective and equivalent dose minimization for personnel in PET procedures: how far are we from the goal?. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* **43**, 2279–2282 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00259-016-3513-3>

\*\* Mattsson, S., Andersson, M., & Söderberg, M. (2015). *Technological advances in hybrid imaging and impact on dose. Radiation Protection Dosimetry*, 165(1-4), 410–415. doi:10.1093/rpd/ncv024

- Эффективная доза при правильном учете и **анализе** может способствовать **снижению лучевой нагрузки персонала**
- С определенной периодичностью **желательно оценивать** не только квартальные и годовые эффективные дозы, но и **нормированные значения доз (на активность/на количество пациентов), в том числе дозы за определенные технологические операции**
- Вероятно в ядерной медицине большее практическое значение может играть **оценка дозы на хрусталик и на руки**

**Цель: оптимизация и снижение дозы для персонала до 4,91 мкЗв/день, 5–6 мкЗв/пациент, 0,7 мЗв/год\***



# Радиационные аварии

The background features a series of overlapping, wavy lines in shades of blue, purple, and yellow, creating a dynamic, flowing effect. A solid horizontal bar with a color gradient from yellow to blue spans the width of the image, positioned below the main title.

# В чем отличия медицинских радиационных аварий

Предотвращенные  
ошибки  
**Near miss**

Ошибки

Радиационные  
аварии

**непреднамеренное  
облучение и  
несчастные случаи**

Врачебные ошибки

Это все элементы «одной медали» по этому разделению в большинстве случаев будет условным

Предотвращенные  
ошибки



небрежность, халатность или невежество  
при наличии существенного вреда для пациента

добросовестное заблуждение

# Дополнительная информация

## РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ И ОШИБКИ В МЕДИЦИНЕ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

С.А. Рыжов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Центральное межрегиональное территориальное управление по надзору за ядерной и радиационной безопасностью Федеральной службы по технологическому, экологическому и атомному надзору, Москва (Центральное МТУ по надзору за ЯРБ Ростехнадзора, Москва)

<sup>2</sup> Ассоциация медицинских физиков России, Москва

Если вы хотите «углубиться в тему»  
Мы постарались разобраться в этом  
более подробно и подготовили статью

РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ И ОШИБКИ В МЕДИЦИНЕ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
Рыжов С.А. // Медицинская физика. 2019. № 1 (81). С. 73-90.

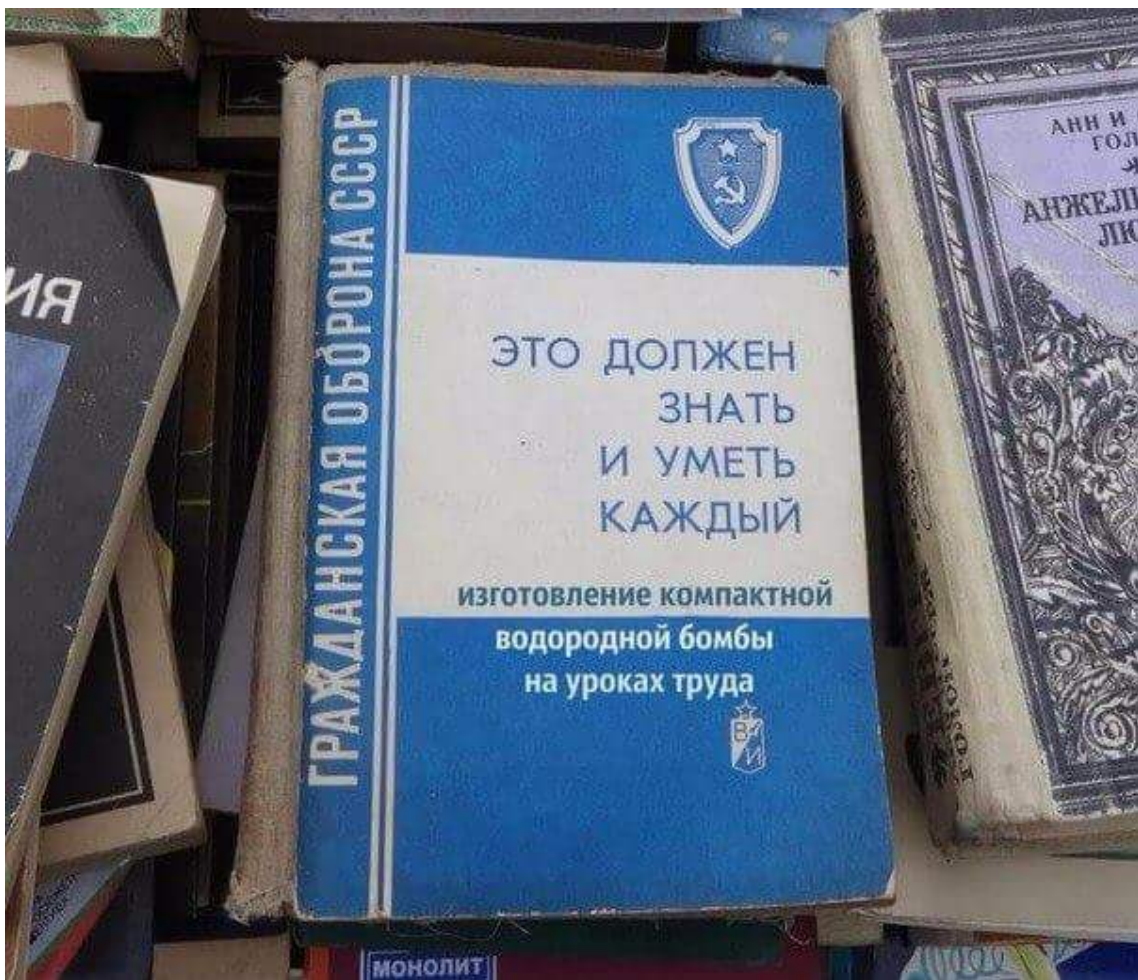
<https://elibrary.ru/item.asp?id=37251837>

[https://yadi.sk/i/-](https://yadi.sk/i/-EshTq_9TqqV5A?fbclid=IwAR0WLR2sOcNtMFbTXBWkAH9iwT3cg2n5DofhDW8nFjWgp0t_3YPuXG1qKHQ)

[EshTq\\_9TqqV5A?fbclid=IwAR0WLR2sOcNtMFbTXBWkAH9iwT3cg2n5DofhDW8nFjWgp0t\\_3YPuXG1qKHQ](https://yadi.sk/i/-EshTq_9TqqV5A?fbclid=IwAR0WLR2sOcNtMFbTXBWkAH9iwT3cg2n5DofhDW8nFjWgp0t_3YPuXG1qKHQ)



## Причины РА

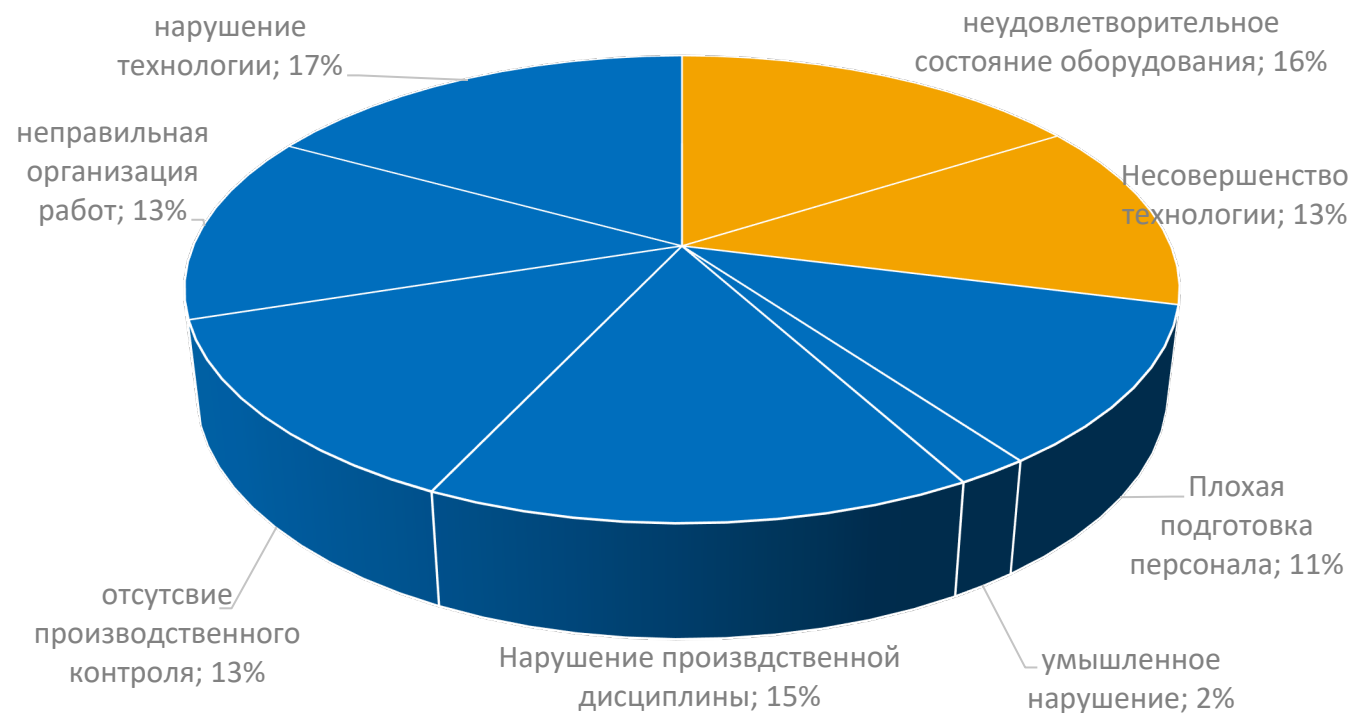


**90% ошибок является ошибками системы**

Плохо или не правильно  
работающее **оборудование 30%**

или

Плохо или не правильно  
работающие **люди 70%**



\* - данные Ростехнадзора (2010)



# Радиационные аварии в медицине

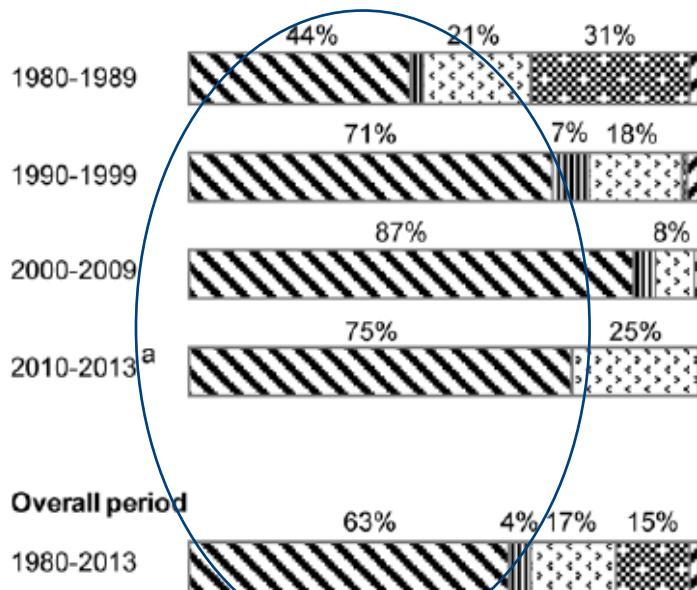
Частота

Распространенность

Распределение

## Type of overexposed people

■ Patient    ■ Worker & Public  
■ Public    ■ Unknown  
■ Worker



<sup>a</sup> Partial decade

Table 1. Reported radiation overexposure accidents by sector and type of overexposure worldwide, 1980–2013.

Characteristics of overexposure	Reported accidents n (%)	People overexposed n (%)	Deaths n (%)	References
<b>Industrial</b>	169 (27)	513 (22)	45 (24)	-
Local organ	1	1	0	[20–21]
Local skin	120	158	1	[7–8], [20–69]
Local skin & Global	34	323	35	[7–8], [20–21], [32], [35–36], [39]
Global	14	31	9	[7–8], [20–21], [39], [46], [69], [74]
<b>Radiation therapy</b>	202 (32)	1127 (47)	96 (51)	-
Local organ	129	401	3	[7–8], [32], [39], [58], [60], [62–64]
Local skin	61	523	28	[7–8], [20–21], [35–36], [39], [57], [143], [148], [150], [153–154], [155]
Local skin & Local organ	9	182	58	[7–8], [36], [39], [99], [127], [129]
Local skin & Global	2	13	0	[7–8], [39], [74], [127], [165], [184]
Local organ & Global	1	2	7	[8]
<b>Fluoroscopy</b>	194 (31)	400 (17)	0 (0)	-
Local organ	41	41	0	[8], [54], [58], [60], [62–65], [100–101], [148–150], [152–153], [156], [171]
Local skin	152	358	0	[8], [12], [14], [16], [18], [70], [194]
Local organ & Global	1	1	0	[61]
<b>Orphan source</b>	32 (5)	225 (9)	37 (19)	-
Local skin	7	9	0	[8], [20–21], [35], [39], [145], [264]
Local skin & Global	25	171	31	[5], [7–8], [20–21], [35–36], [39], [129], [160], [165], [268–286]
Global	5	45	6	[7–8], [35], [39], [69], [99], [127], [297]
<b>Military</b>	4 (1)	64 (3)	12 (6)	-
Local skin	1	1	0	[35]
Local skin & Global	1	59	10	[35], [294–296]
Global	2	4	2	[8], [20–21], [39], [74], [99], [297]
<b>Other<sup>a</sup></b>	33 (5)	61 (3)	0 (0)	-
Local organ	2	2	0	[8], [20–21], [98]
Local skin	29	57	0	[7–8], [21], [35], [39], [121], [298]
Local skin & Global	1	1	0	[35]
Global	1	1	0	[7]
<b>Total</b>	<b>634 (100)</b>	<b>2390 (100)</b>	<b>190 (100)</b>	-

<sup>a</sup> Scientific experiments and unknown causes.

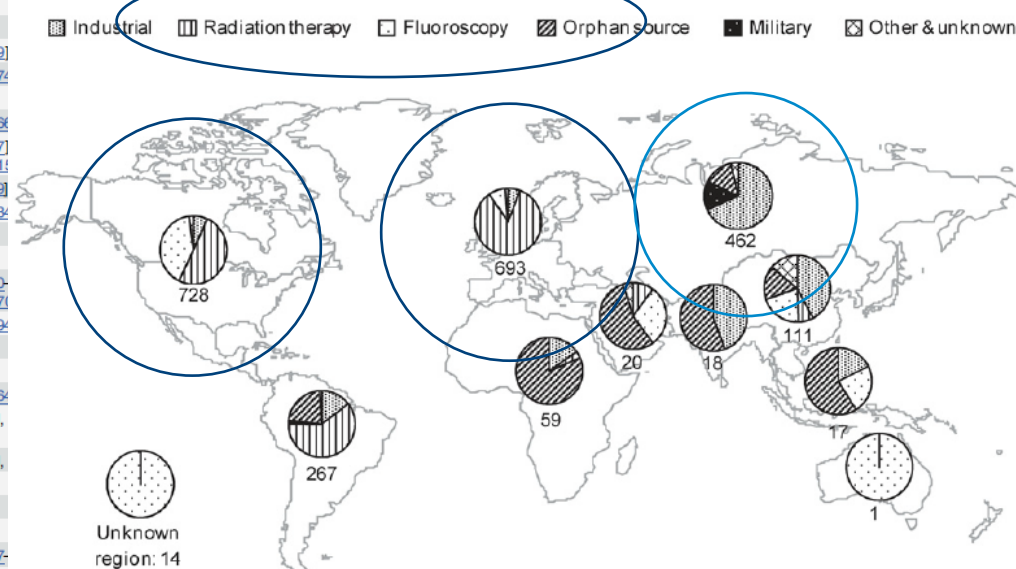


Fig 4. Distribution of sectors involved in reported overexposed people by region, 1980–2013.

doi:10.1371/journal.pone.0118709.g004



## Распространенность

- Из 1000 зарегистрированных аварий 400 связаны с медицинским облучением
- 400 случаев за 33 года, те около 12 случаев в год в основном в лучевой терапии
- в большинстве случаев был риск детерминированных эффектов (значимый риск)
- Реальное количество случаев, особенно типа непреднамеренное облучение и несчастные случаи или Near-miss или случаев значительного стохастического вреда (более 100 мЗв) гораздо больше

**Никто не знает сколько!**

**Это нам предстоит выяснить!**

# Задачи радиационной безопасности при выявлении и реагировании на внештатные ситуации при медицинском облучении

- Оценить радиационную обстановку (выявить внештатную ситуацию)
- Оценить нанесенный вред/ ущерб / риск
- Предложить действия
- Наказать виновных
- Не допустить в дальнейшем

- Информировать руководство
- Информировать пациента
- Информировать надзорные ведомства
- Учет дозы / действий

# Максимальная автоматизация процессов



LEMER PAX



от «19» февраля 2021 г. № 116Н

от «19» февраля 2021 г. № 116к

**пациентам с онкологическими заболеваниями**

ПРИКАЗ от "01" апреля 2021 г.

**оказания медицинской помощи взрослому населению  
при онкологических заболеваниях**

№ 608 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 26, ст. 3526), п р и к а з ы в а ю:

приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации

--	--

		(
--	--	---

23.	Инженер-техник	1
-----	----------------	---

30.	Санитар	4
31.	Медицинский регистратор	1

**пациентам с онкологическими заболеваниями**

1.	Медицинская сестра процедурной	2 на гамма-тер медицинский уско
----	--------------------------------	------------------------------------

от «19» января 2021 г. № 116н

пациентам с онкологическими заболеваниями

4.	Санитар	0,5 на кабинет
----	---------	----------------

Подразделение	Должность	количество	Правовое основание
Рентгеновское отделение	Медицинский физик	1	Приказ от 09.06.2020 560-н
Отделение радиологии (радионуклидной диагностики, радионуклидной терапии, радионуклидной терапии и диагностики)	Медицинский физик	1	Приказ 19.02.2021 116н (прил 12)
Циклотронно-радиохимический (производственный) блок	Инженер-физик	Не менее 2	
Блок радионуклидной терапии	Медицинский физик	2	
	Техник-дозиметрист	1	
Служба медико-физического сопровождения радиотерапии	Медицинский физик	1 в смену на каждый линейный ускоритель или стереотаксической радиотерапии	Прил. 27
	Медицинский физик	1 в смену на 2 гамма-терапевтических аппарата	
	Медицинский физик	1 в смену на 1 аппарат для контактного облучения	
	Медицинский физик	1 на 2 системы дозиметрического планирования	
	Техник-дозиметрист	1 для обслуживания блока дистанционной терапии; 1 для обслуживания блоков с закрытыми радиоактивными препаратами	
Кабинет фотодинамической терапии	Медицинский физик	1 на кабинет	Прил. 30
Итого		Около 10 человек	





# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Рыжов Сергей  
[mosrg@mail.ru](mailto:mosrg@mail.ru)

+7(926)526-56-52  
+7(903)547-22-74

