



# ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

**И.К.Романович**  
**Д.м.н., профессор**



## Нормы МАГАТЭ по безопасности

для защиты людей и охраны окружающей среды

### Основополагающие принципы безопасности

Разработаны совместно

ВОЗ Евратом ИМО МАГАТЭ МОТ ОЭСР/АЯЭ ПОЗ ФАО ЮНЕП



Основы безопасности

№. SF-1



## IAEA Safety Standards

for protecting people and the environment

### Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards

Jointly sponsored by

EC, FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO



### General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3



## СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Радиологическая  
защита при  
медицинском облучении  
ионизирующим  
излучением

РАЗРАБОТАНО СОВМЕСТНО  
МАГАТЭ, ПАОЗ И ВОЗ



## РУКОВОДСТВА

№ RS-G-1.5



# НОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ В GSR-3:

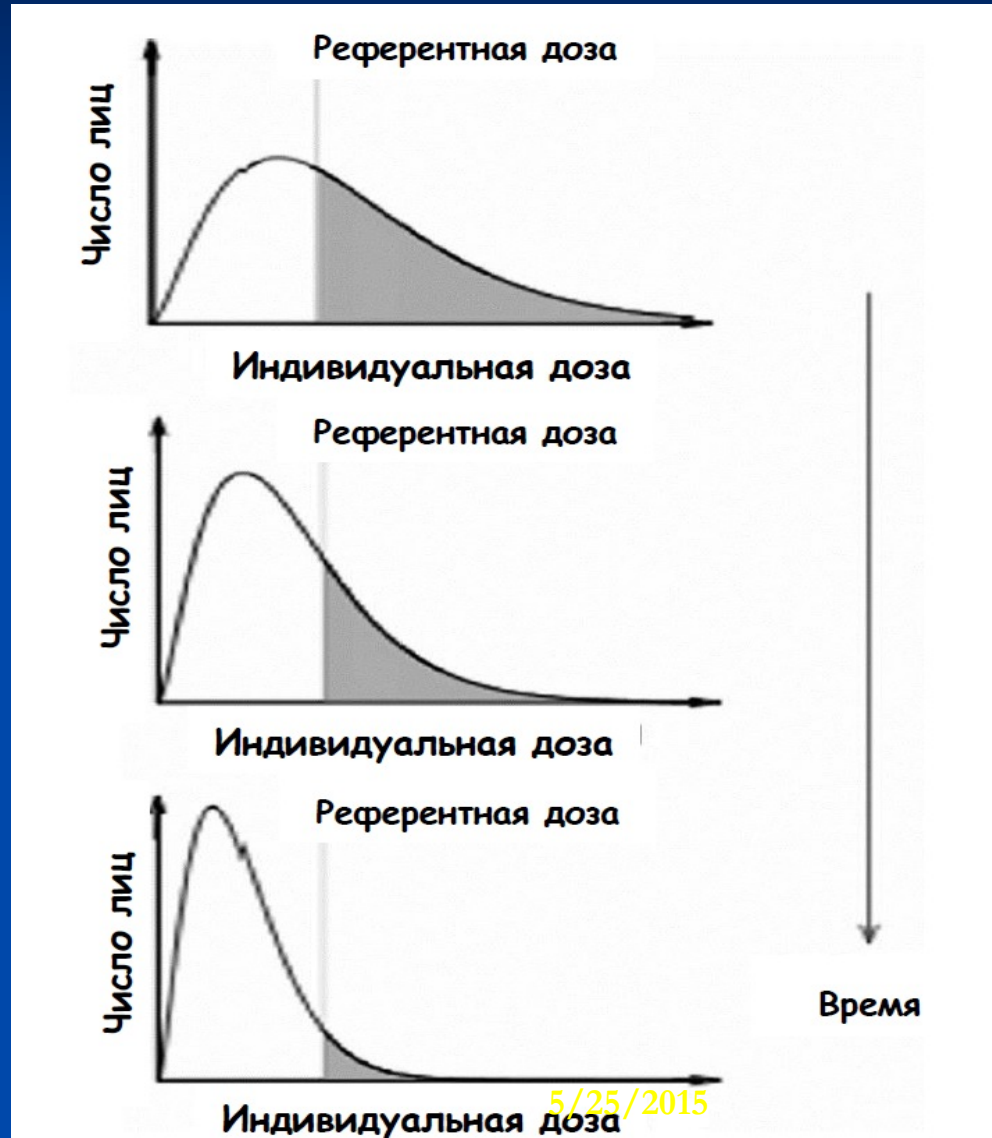
## 3 ситуации x 3 категории облучения

| Ситуации<br>облучения | Категории облучения<br>(облучаемых лиц) |               |                  |
|-----------------------|-----------------------------------------|---------------|------------------|
|                       | Професси-<br>ональное                   | Населени<br>е | Медицин-<br>ское |
| Плановая              | <u>Требования безопасности</u>          |               |                  |
| Аварийна<br>я         | <u>Требования безопасности</u>          |               |                  |
| Сущест-<br>вующая     | <u>Требования<br/>безопасности</u>      |               | —                |

# В GSR-3 изменено по сравнению с BSS-115:

- Система защиты в 3-х ситуациях облучения человека
- Снижен предел дозы для хрусталика глаза со 150 до 20 мЗв в год
- Граничная доза для плановых ситуаций облучения
- Референтные уровни для аварийных и существующих ситуаций облучения
- Введены категории опасности закрытых источников излучения
- Развиты критерии изъятия и освобождения от регулирования больших и малых количеств материалов
- Обновлены критерии аварийного реагирования
- Расширены таблицы дозовых коэффициентов

# Схема применения референтной дозы в ситуации существующего облучения



В целом, существующая система стандартов безопасности МАГАТЭ охватывает все известные стороны обращения человека с источниками ионизирующего излучения.

- Назрело обновление отечественного регулирования, которое позволит закрыть пробелы и исправить неудачные решения в области радиационной безопасности.
- Этому должно предшествовать всестороннее обсуждение новых международных стандартов и их сопоставление с отечественными

# Наиболее актуально для России:

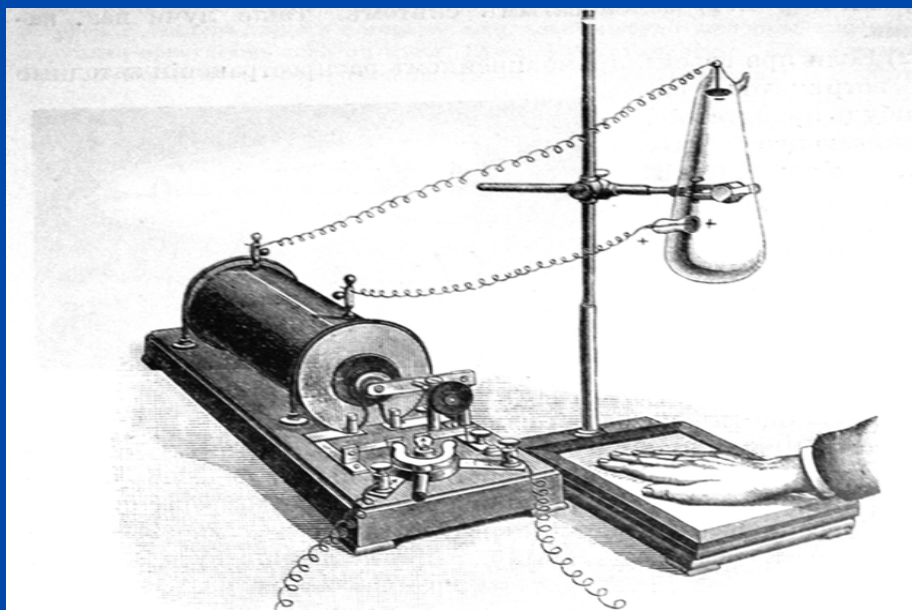
- Радиационная защита населения в ситуациях существующего облучения:
  - территории, пострадавшие от аварий в Чернобыле, Кыштыме и др.
  - облучение радоном в воздухе помещений
- Аварийная готовность и реагирование
- Радиоактивные сбросы и выбросы организаций
- Обращение с РАО
- Защита от природного и медицинского облучения

■ **Во второй части выступления хочу привлечь внимание организаторов здравоохранения, руководителей медицинских учреждений, врачей различных специальностей и, в особенности рентгенологов, о необходимости:**

- защиты пациента при назначении и проведении рентгенодиагностических и терапевтических процедур;
- обучению персонала основам радиационной защиты;
- внедрению в практику здравоохранения и надзора современных эффективных методов защиты;
- своевременной отработки правил радиационной безопасности при внедрении новых технологий;
- оценки риска от рентгенологических процедур.



- Довести современные тенденции медицинского облучения в мире и в России
- Возможные последствия облучения пациентов и персонала для их здоровья.
- Отечественное регулирование медицинского облучения.
- Современные методики защиты пациента и персонала.



# Единая система контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) в России



# Федеральный банк данных медицинского облучения

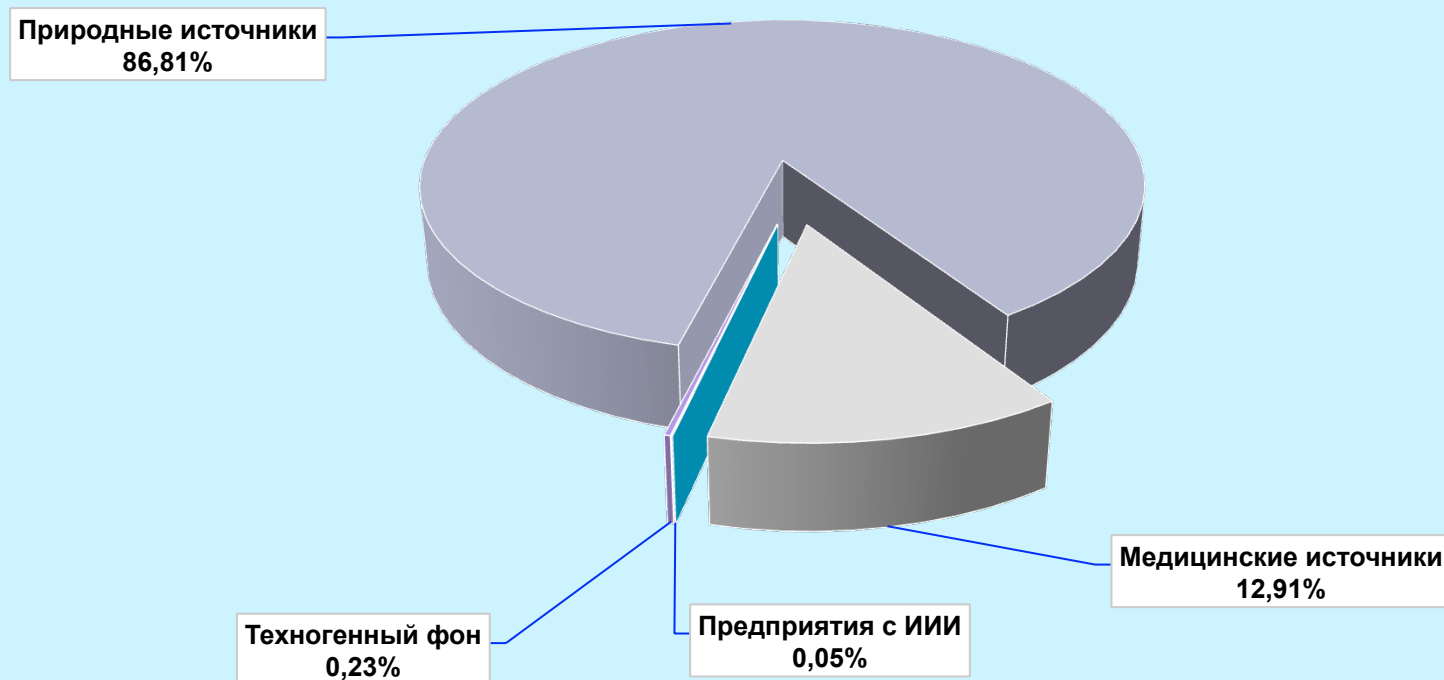


Объектовый уровень включает банки (ОБДМ), формируемые в медицинских учреждениях, проводящих диагностические рентгенорадиологические процедуры.

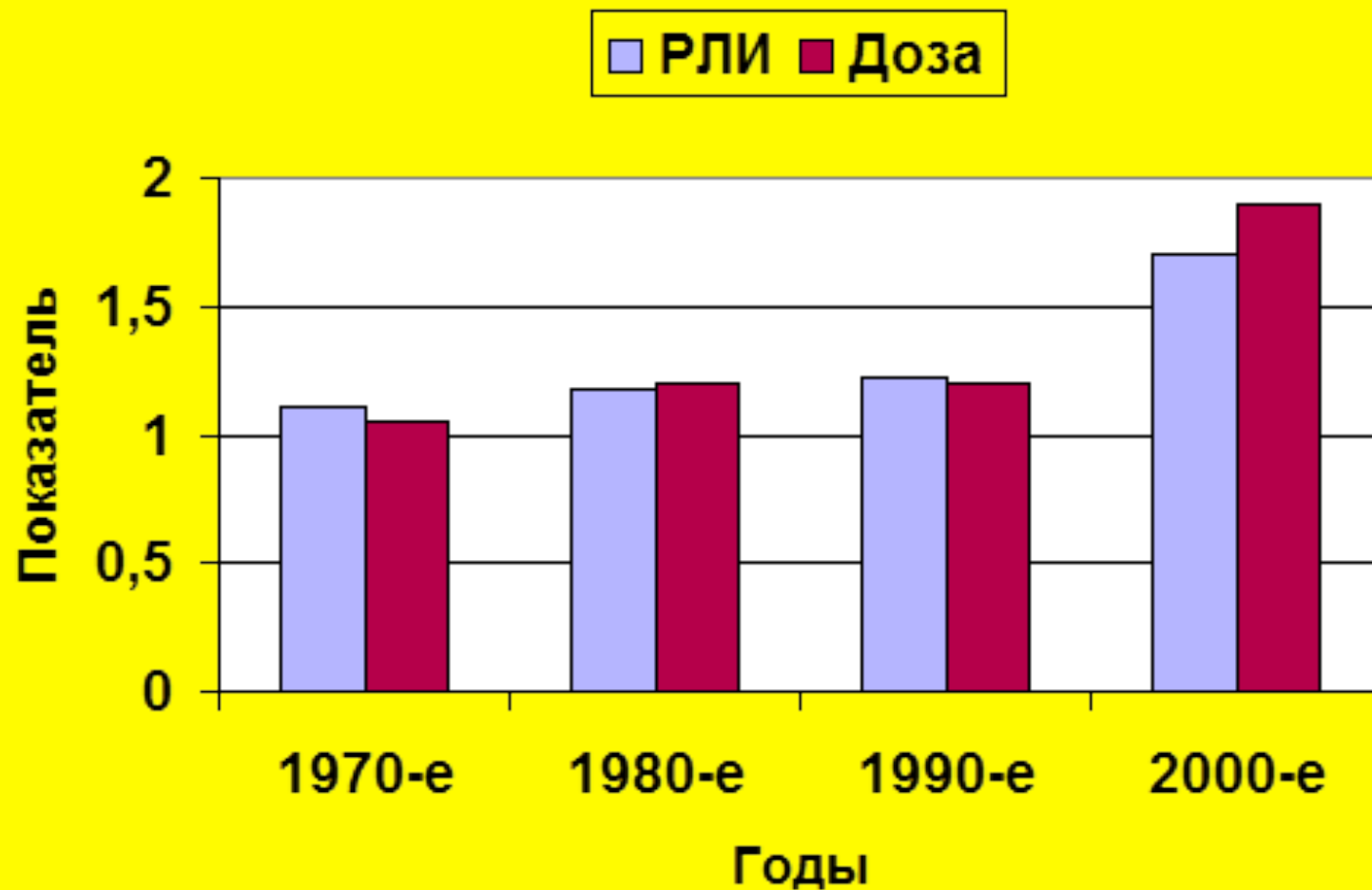
Региональный уровень (РБДМ) формируются в центрах госсанэпиднадзора из данных, поступающих из ЛПУ.

Федеральный банк формируется в ФГУН НИИРГ из БД регионального уровня, проверяется и передается в РПН.

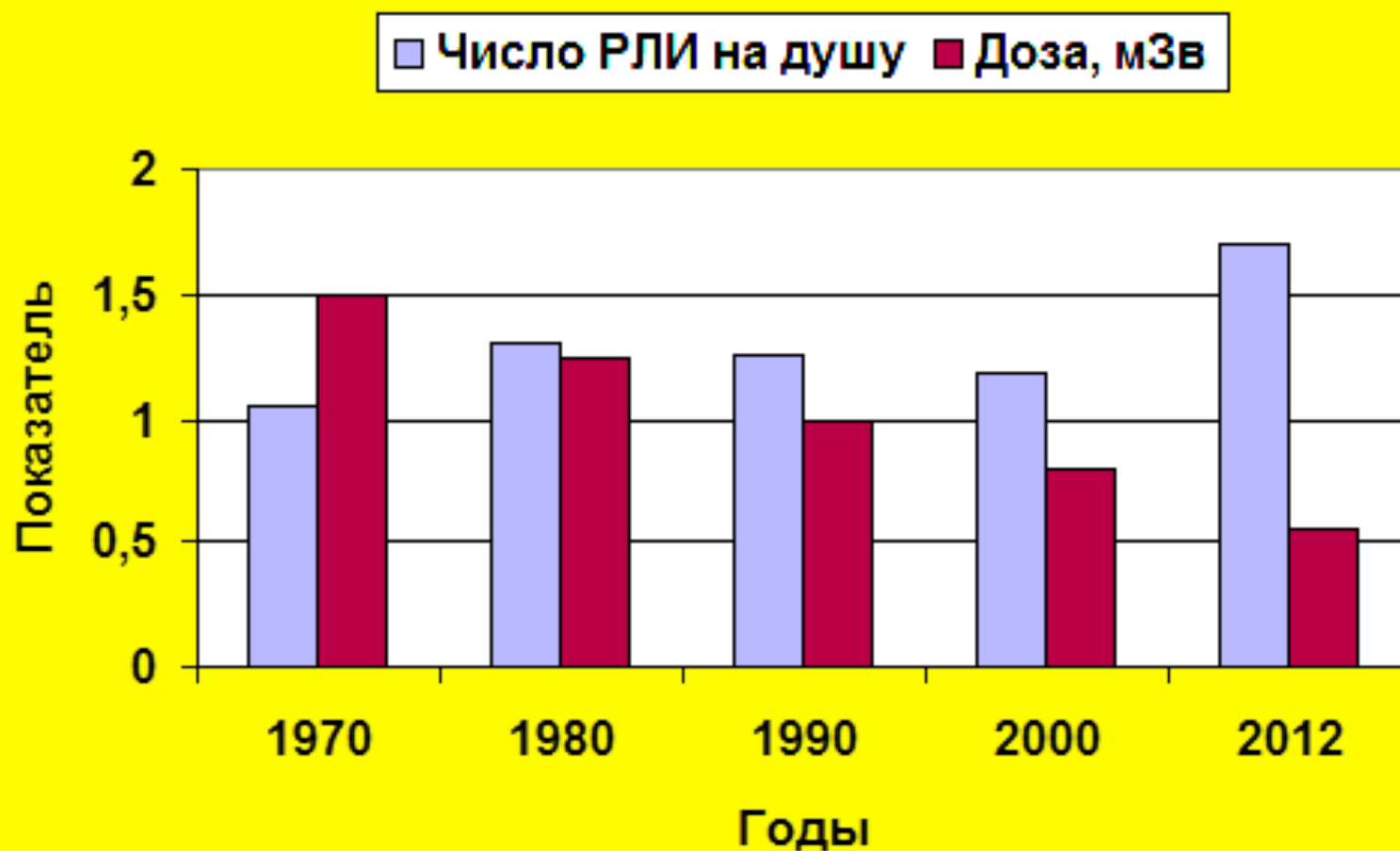
# Вклад различных источников излучения в коллективную дозу облучения населения Российской Федерации в 2013 году.



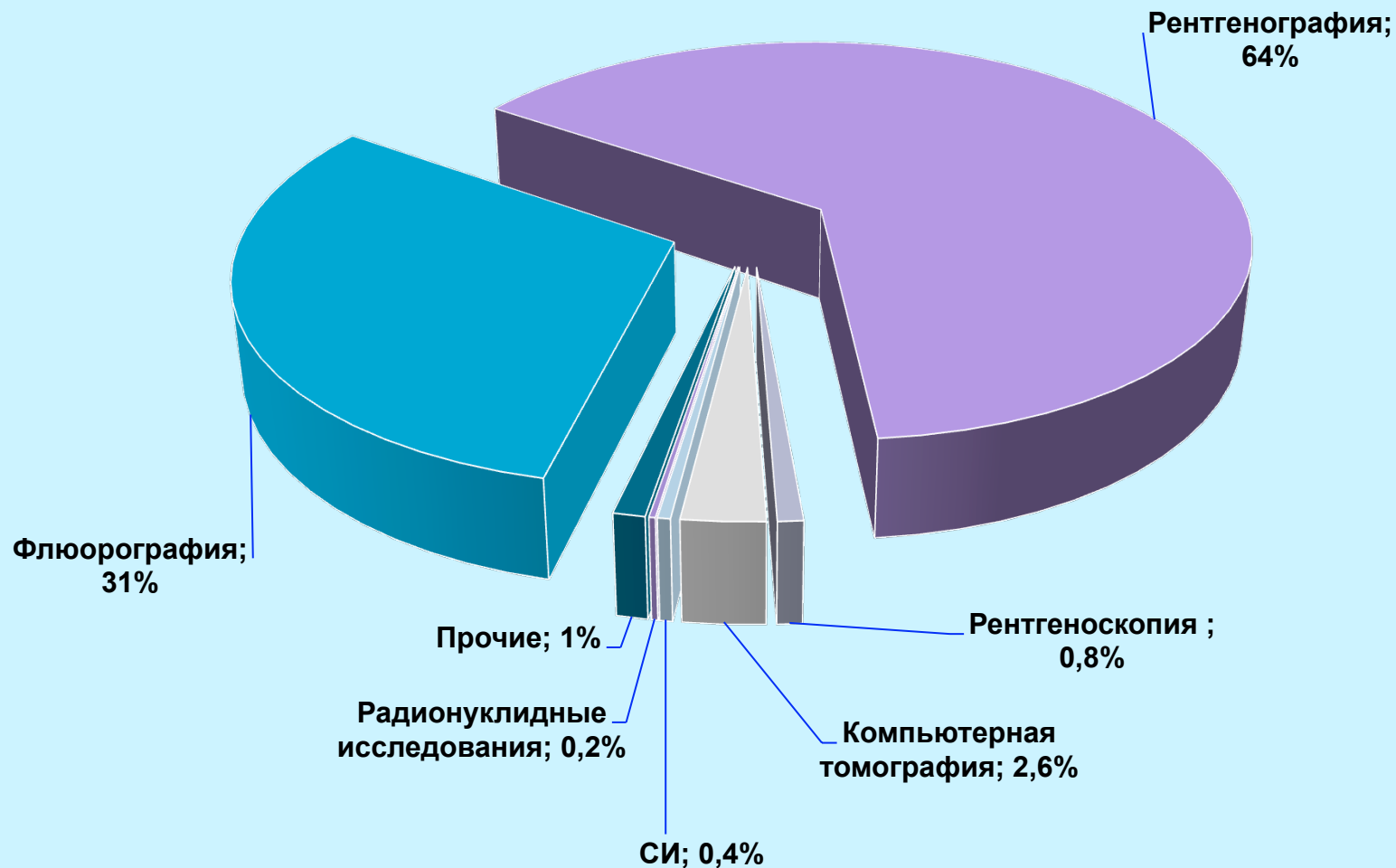
# Количество исследований и дозы медицинского облучения на душу населения стран с развитым здравоохранением



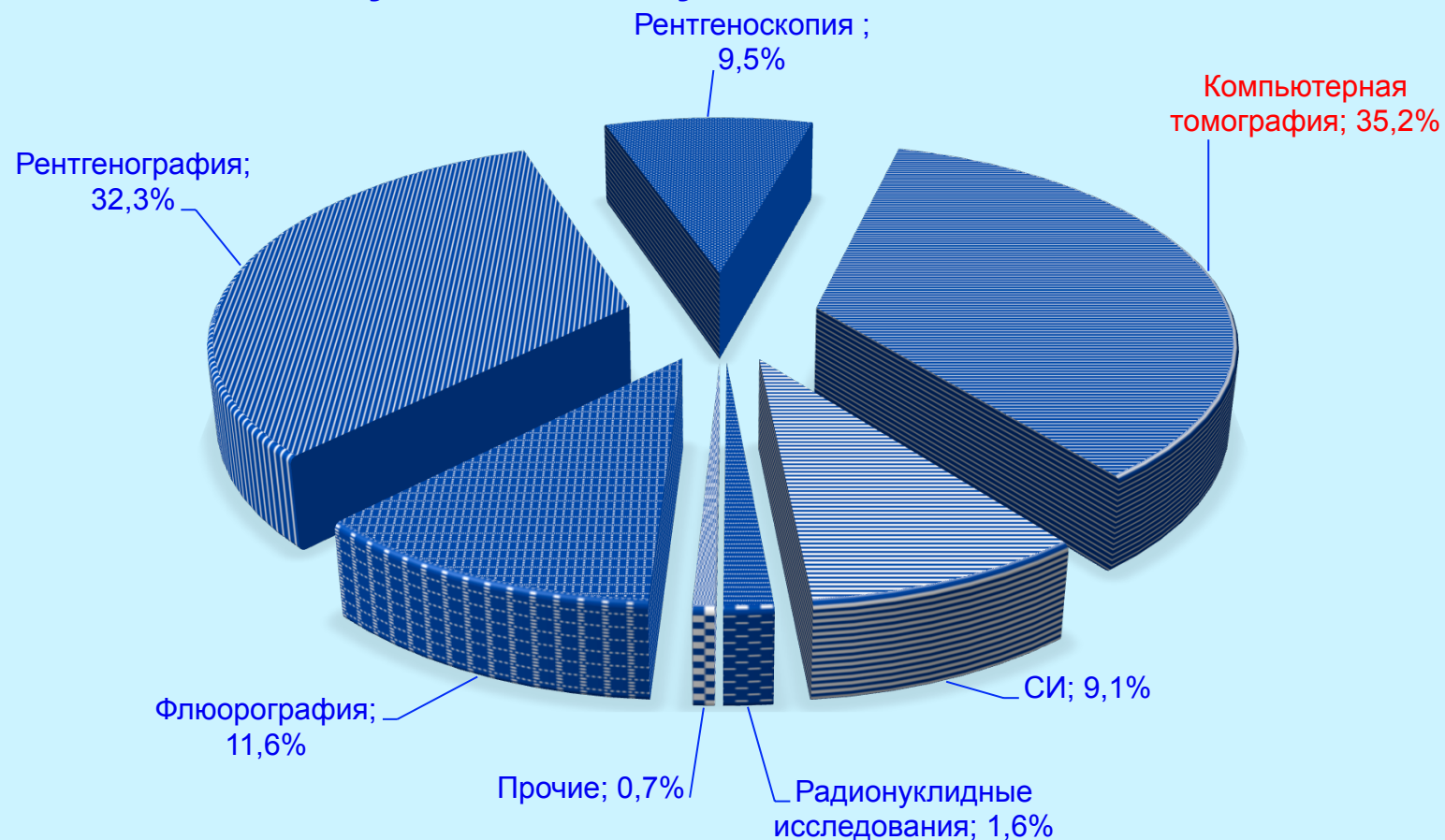
# Динамика медицинского облучения на душу населения в России



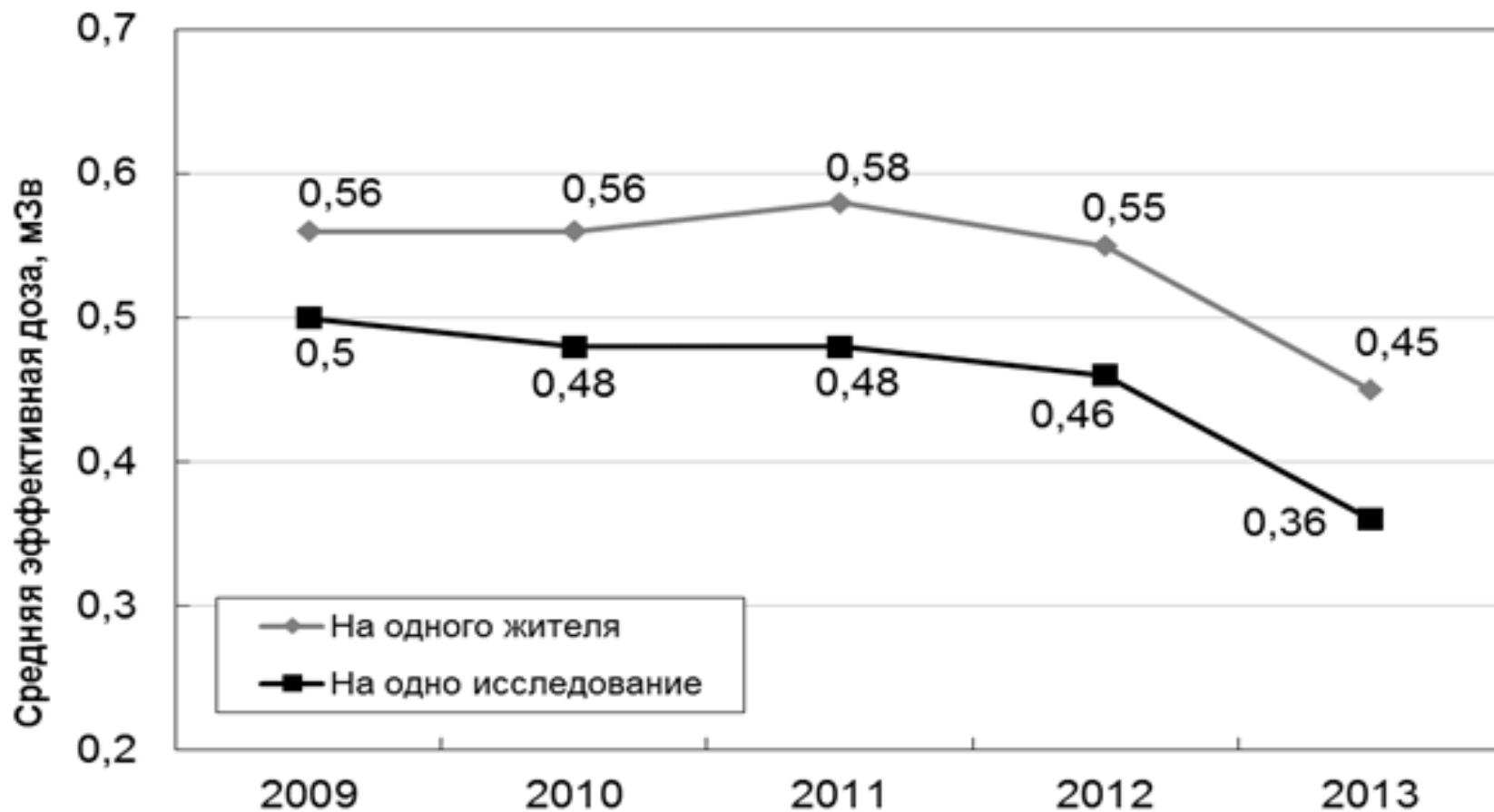
**В 2013 году в РФ выполнено почти 260 млн. рентгенорадиологических  
диагностических процедур.**



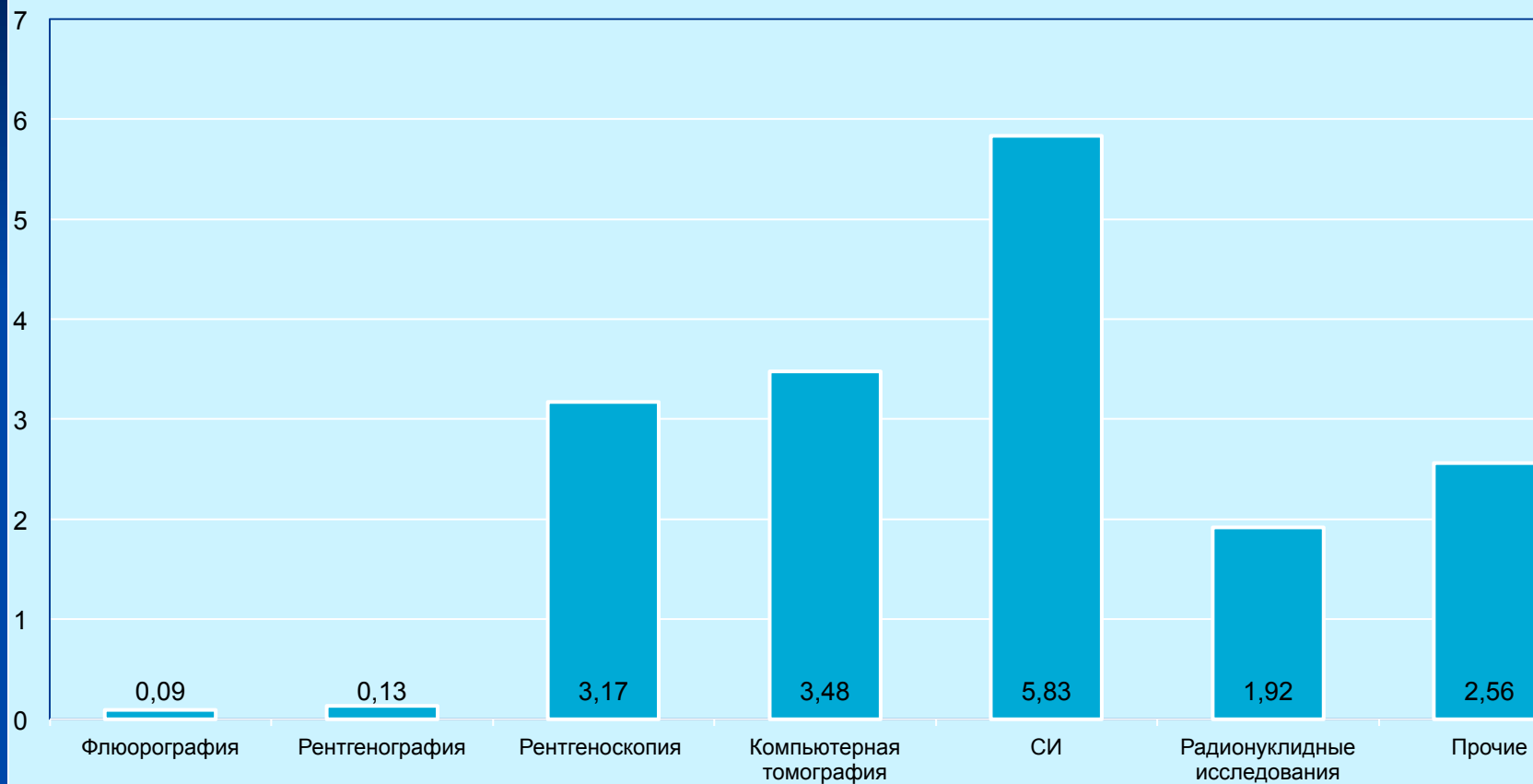
## Коллективная доза облучения населения РФ в 2013 году составила чуть более 65 тыс. Зв.



# Динамика средней эффективной дозы (мЗв) на жителя России и на исследование в лучевой диагностике



### Средние дозы для основных видов процедур в 2013 году, мЗв



# Эффективные дозы у взрослых пациентов при наиболее дозоемких исследованиях (Россия)

| Технология                                                     | Типичные дозы<br>(мЗв) | Диапазон дозы<br>(мЗв) |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Рентгеноскопия                                                 | 5 – 10                 | 2 -20                  |
| КТ                                                             | 2 – 9                  | 1 – 30                 |
| Интервенционные<br>исследования                                | 10 - 60                | 1 - 300                |
| Однофотонная эмиссионная<br>компьютерная томография<br>(ОФЭКТ) | 2 – 4                  | 1 – 5                  |
| Позитронно-эмиссионная<br>томография (ПЭТ)                     | 2 – 5                  | 1 – 8                  |
| ОФЭКТ+КТ, ПЭТ+КТ                                               | 4 - 7                  | 2 - 13                 |

# К чему может привести облучение человека ИИ?

## ■ Детерминированные эффекты

- ОЛБ вплоть до летального исхода,
- лучевые поражения кожи и других органов и тканей,
- катаракта,
- стерильность



## ■ Стохастические (вероятностные) эффекты

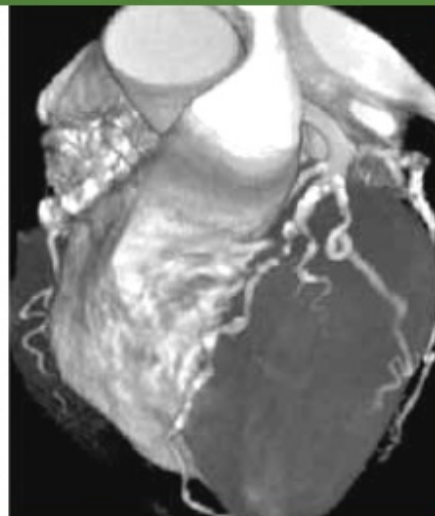
- лейкемия, солидные раки
- наследственные болезни



# Радиационные аварии в медицине

- Происходят на установках для радиационной терапии как источниках высоких доз
- Причины:
  - Человеческие ошибки калибровки установки и др;
  - Коммуникационные ошибки между персоналом;
  - Неправильная интерпретация показаний приборов;
  - Ошибки в распознавании ненормальных ситуаций;
  - Нарушения работы оборудования и др.
- Последствия для пациентов:
  - переоблучение (лучевые поражения органов, в т.ч. летальные), или
  - недооблучение (рецидивы рака, в т.ч. летальные)

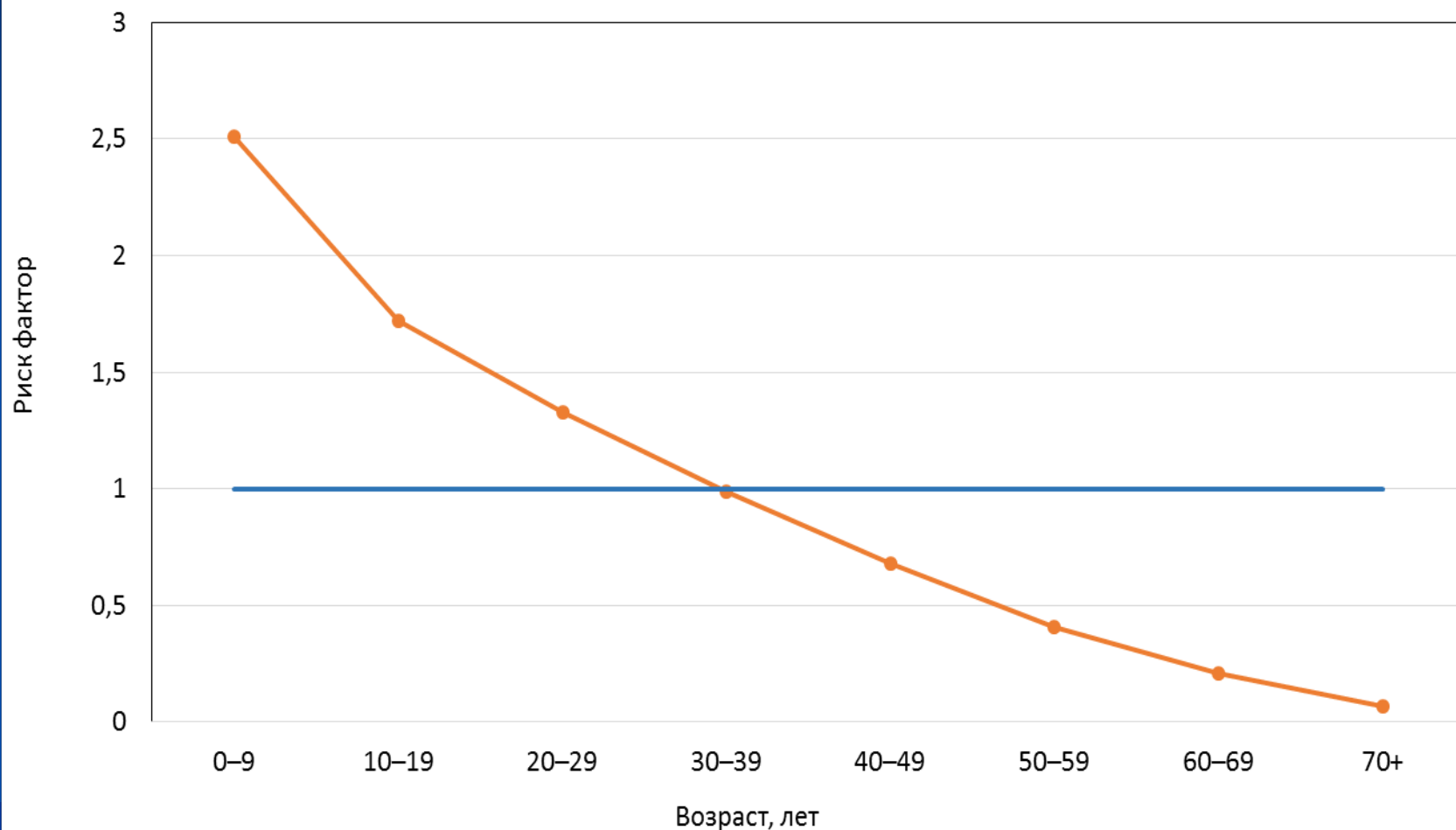
# Лучевые поражения при проведении хирургических процедур под рентгенологическим контролем



# Особенности медицинского облучения

- Облучение пациентов всегда преднамеренно и добровольно, поскольку предназначено принести им пользу путем диагностики или лечения
- Тканевые дозы:
  - При диагностике общего назначения малы;
  - При КТ, ПЭТ и интервенционных процедурах умеренны;
  - При лучевой терапии высоки, и тканевые реакции соседних органов и тканей неизбежны.
- Высокая мощность дозы излучения и воздействие, как правило, на больной организм.

# Отношение риска смертности от радиогенного рака в возрастной группе к риску от облучения лиц всех возрастов



# Диапазоны эффективной дозы (мЗв), соответствующие уровням радиационного риска

| Радиаци-<br>онный риск,<br>отн. ед.             | Эффективная доза, мЗв           |                                |                                               |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                 | Дети и подростки<br>(до 18 лет) | Взрослые<br>(18-64 года)       | Лица старшего<br>возраста<br>(65 лет и более) |
| Пренебрежимый<br>( $< 10^{-6}$ )                | <b><math>&lt; 0,01</math></b>   | <b><math>&lt; 0,02</math></b>  | <b><math>&lt; 0,2</math></b>                  |
| Минимальный<br>( $10^{-6} - 10^{-5}$ )          | <b><math>0,01 - 0,1</math></b>  | <b><math>0,02 - 0,2</math></b> | <b><math>0,2 - 2</math></b>                   |
| Очень низкий<br>( $10^{-5} - 10^{-4}$ )         | <b><math>0,1 - 1</math></b>     | <b><math>0,2 - 2</math></b>    | <b><math>2 - 20</math></b>                    |
| Низкий<br>( $10^{-4} - 10^{-3}$ )               | <b><math>1 - 10</math></b>      | <b><math>2 - 20</math></b>     | <b><math>20 - 200</math></b>                  |
| Умеренный<br>( $10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3}$ )    | <b><math>10 - 30</math></b>     | <b><math>20 - 60</math></b>    | <b><math>200 - 500</math></b>                 |
| Существенный<br>( $3 \cdot 10^{-3} - 10^{-2}$ ) | <b><math>30 - 100</math></b>    | <b><math>60 - 200</math></b>   | <b>—</b>                                      |

# Классификация КТ-исследований по радиационному риску у пациентов разных возрастных групп

| Радиацион-<br>ный риск,<br>отн. ед.       | КТ - исследования                               |                                                                 |                                                                 |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                           | Дети и подростки<br>(до 18 лет)                 | Взрослые<br>(18-64 года)                                        | Лица старшего<br>возраста<br>(65 лет и более)                   |
| Очень низкий<br>( $10^{-5}$ - $10^{-4}$ ) | —                                               | —                                                               | Череп;<br>Грудная клетка;<br>Брюшная<br>полость;<br>Таз и бедро |
| Низкий<br>( $10^{-4}$ - $10^{-3}$ )       | Череп;<br>Грудная клетка;<br>Брюшная<br>полость | Череп;<br>Грудная клетка;<br>Брюшная<br>полость;<br>Таз и бедро | —                                                               |

# МР 2.6.1.0098-15 «Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований»

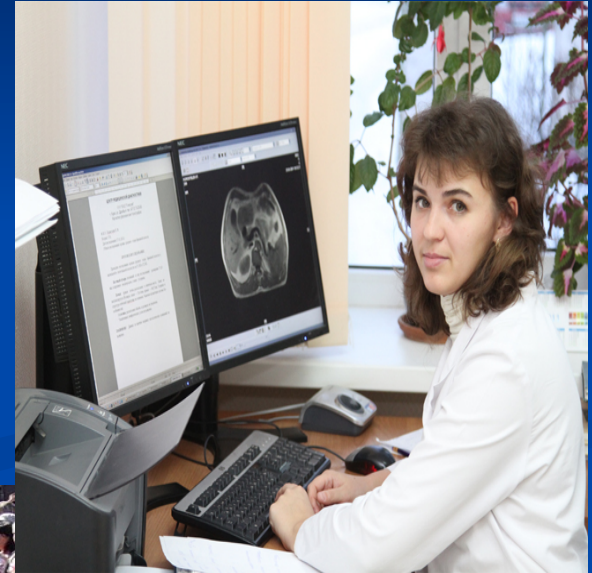
1. Общие положения
2. Зависимость радиационного риска от дозы ИИ, органов/тканей, возраста и пола пациента
3. Оценка риска у пациентов в рентгенологии
4. Оценка риска у пациентов в радионуклидной диагностике
5. Взвешивание рисков и обоснование диагностических исследований с ИИ
  - Приложение 1: Методика вычисления риска
  - Приложение 2: Эффективные дозы пациентов при лучевой диагностике

# Кого надо защищать от радиации в медицине?

Пациентов – от  
медицинского  
облучения



■ Персонал – от профессионального  
■ облучения



■ Население – от  
источников ИИ в  
среде обитания



# Принципы радиационной защиты пациента

1. Обоснование применения ИИ
  - Применение ИИ в медицине приносит пользу пациентам, которая намного превосходит затраты и потери здоровья от облучения
2. Оптимизация защиты от ИИ
  - Дозы у облучаемых лиц и их число нужно снижать настолько, насколько это возможно с учетом экономических и социальных факторов
3. Ограничение дозы (нормирование) к пациенту не применяется.

# Регулирование радиационной безопасности в отечественной медицине

9 января 1996 года

№ 3-ФЗ

## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН О РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Принят  
Государственной Думой  
5 декабря 1995 года

(в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 № 122-ФЗ,  
от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 18.07.2011 № 242-ФЗ)

Настоящий Федеральный закон определяет правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья.

### Глава I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### Статья 1. Основные понятия

В целях настоящего Федерального закона применяются следующие основные понятия:

радиационная безопасность населения (далее - радиационная безопасность) - состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения;

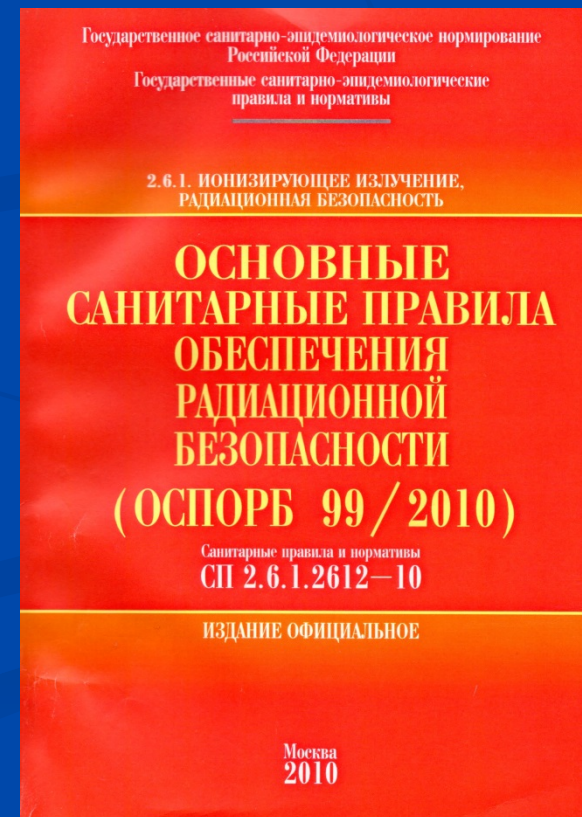
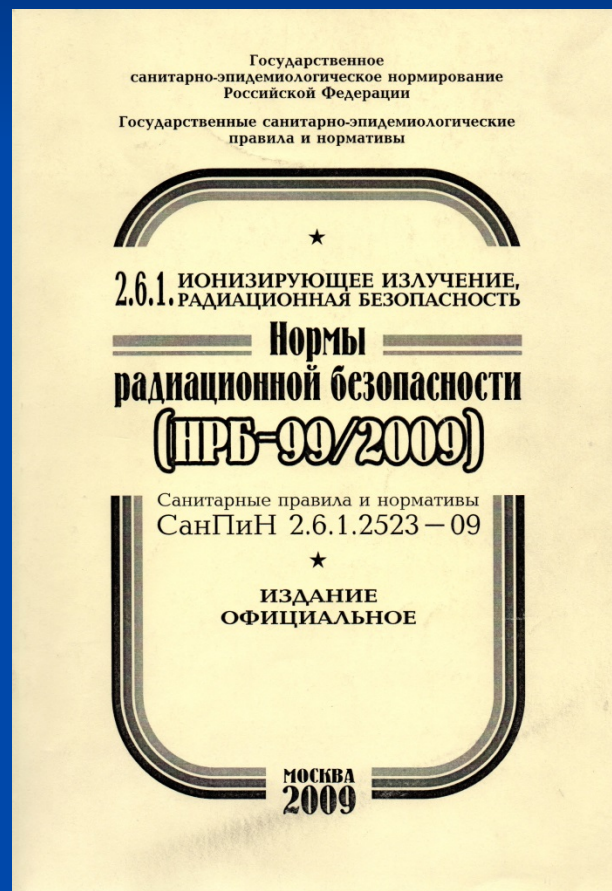
ионизирующее излучение - излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков;

естественный радиационный фон - доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека;

техногенно измененный радиационный фон - естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека;

эффективная доза - величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности;

санитарно-защитная зона - территория вокруг источника ионизирующего излучения, на который уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения для населения. В санитарно-защитной зоне запрещается постоянное и временное проживание людей, вводится режим ограничения хозяйственной деятельности и проводится радиационный контроль;



# Регулирование радиационной безопасности в отечественной медицине

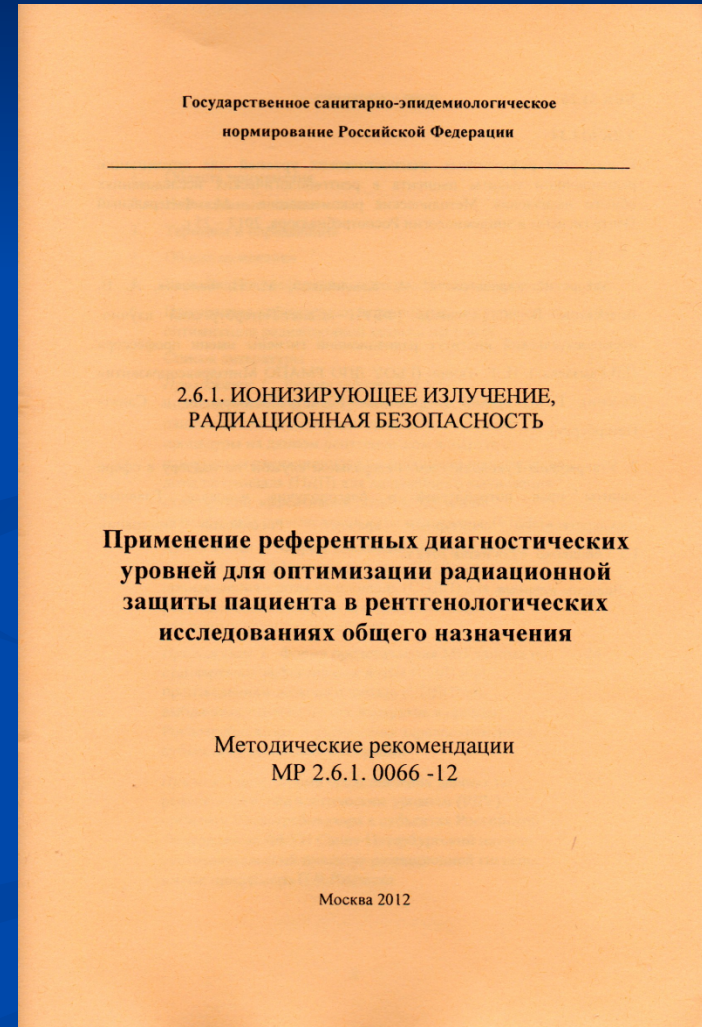
1. СанПиН 2.6.1.1192-03. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации медицинских рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований - новый проект на утверждении;
2. МУ 2.6.1. 2135-06. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками;
3. СанПиН 2.6.1.2573-10. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ;
4. СанПиН 2.6.1.2806-10. Требования радиационной безопасности при производстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации (утилизации) медицинской техники, содержащей источники ионизирующего излучения
5. МУК 2.6.1.2944-11. Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований;
6. МУ 2.6.1.3015-12. Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских учреждений;
7. Форма статистического наблюдения №3-ДОЗ «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований»,

# Регулирование радиационной безопасности в отечественной медицине

1. МУ 2.6.1.1892 – 04. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов – ревизия до СанПиН в 2014 г.
2. СанПиН 2.6.1-3238-14. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении позитронной эмиссионной томографии.
3. СанПиН 2.6.1. 2368 – 08. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников;
4. МУ 2.6.1.3151 – 13. Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований;
5. МУ 2.6.1.3015 - 12. Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских учреждений;
6. МУ 2.6.1.2500 – 09. Организация надзора за обеспечением радиационной безопасности и проведение радиационного контроля в подразделении радионуклидной диагностики;
7. МУ 2.6.1.2808 -10. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики методами радиоиммунного анализа *“in vitro”*.

# Оптимизация защиты пациента

- **Референтные диагностические уровни (РДУ)** – установленное значение стандартной дозы при типовых рентгенодиагностических процедурах в регионе или стране.
- РДУ обычно устанавливают как 75% квантиль распределения стандартной дозы при проведении данной процедуры в различных ЛПУ региона или страны.
- РДУ используют в ЛПУ региона или страны для оценки того, не является ли уровень облучения пациента нетипично большим или малым для рассматриваемой процедуры



# Оптимизация защиты: референтный диагностический уровень (РДУ)

Р/графия брюшной полости.  
209 кабинетов, 1846 пациентов  
Англия, 2005 г.



# Применение РДУ

- Обследование десятков кабинетов в регионе и установление РДУ органом управления здравоохранения или надзора
- Доведение РДУ до специалистов региона
- Определение ЭД для своих аппаратов и протоколов и сравнение с РДУ
- При регулярном превышении РДУ – искать технические причины (режим съемки, неисправность и т.д.) и устранять их
- Пересматривать РДУ каждые 3-5 лет и повторять цикл

# Итак:

- Во многих странах развитая медицина стала ведущим источником облучения населения; обнаружены вредные последствия для здоровья.
- В России объем применения новых технологий пока отстает примерно на 10 лет, в этой связи ожидаем повышение уровней облучения пациентов в ближайшие годы.
- Радиационная защита пациентов и медперсонала высоко актуальна в мире и России: снижение доз медицинского облучения всего на 1-2% в год полностью компенсирует коллективную дозу на население России от всех техногенных источников излучения в остальных областях их применения, включая все радиационные аварии.



# Эффективные дозы облучения медицинского персонала группы А по данным ЕСКИД за 2012 год, мЗв/год (12021 ЛПУ, гр. А – 69225 чел)

| Должность       | Средняя доза | <i>Максимальная доза</i> |
|-----------------|--------------|--------------------------|
| Рентгенлаборант | 0,9          | 35                       |
| Врач            | 1,0          | 60                       |
| Инженер         | 1,0          | 17                       |
| Мед. сестра     | 1,3          | 34                       |
| Санитарка       | 0,8          | 25                       |
| Средняя доза    | 1,1          |                          |

# 10 Способов радиационной защиты персонала

Снижение дозы на пациента всегда приводит к снижению дозы на персонал

## 1. Используйте средства защиты!



В свинцовом фартуке таз, юбка + жилет как распределен более равномерно

Толщина свинцового слоя 0.25 мм, и переделст на груди дают 0.5 мм спереди и 0.25 мм сзади

(Обеспечивает ~90% защиты)



Очки со свинцовыми стеклами и боковой защитой



защита щитовидной железы

## 2. Эффективно используйте время-расстояние-экранирование

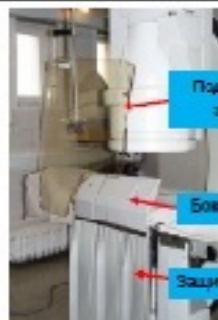
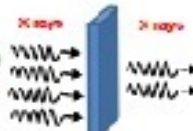
Уменьшайте время



Увеличьте расстояние до максимально возможного



Используйте экранирующие защитные средства



Подвесной экран

Боковая ширма

Защитная ширма

## 3. Используйте подвесные экраны, боковые ширмы и защитные шторы

Они обеспечивают более 90% защиты от рассеянного излучения при работе в режиме флюороископии

Передвижные напольные ширмы рекомендуется использовать при серийной рентгено съемке

Передвижная защитная ширма



## 4. Избегайте попадания рук в прямой пучок

Попадание рук в прямой пучок приводит к повышению параметров излучения (кВ, мА) а значит и дозы облучения на пациента и персонал



<http://rpop.iaea.org>

## 10 Способов радиационной защиты персонала

Снижение дозы на пациента всегда приводит к снижению дозы на персонал



Верно!



Неверно!

Е. Только 1-5% ионизирующего излучения, проходящего в тело пациента, выходит из него с другой стороны

Стойте на стороне выходного луча (т.е. стороне детектора), содержащего лишь 1-5% от падающего излучения и в 10 раз дальше

б. держите рентгеновскую трубку под столом пациента, а не над ним

Система с нижним расположением РГ трубки обеспечивает лучшую защиту от рассеянного излучения



Верно!



Неверно!



Подвесной экран

второй дозиметр снаружи - над защитой на уровне шеи или глаз  
Персональный дозиметр под защитой на уровне груди

Свеченый барьер

Защитная ширма

Изображение взято из ББ публикации МРРО

7. Используйте персональные дозиметры

Используйте как минимум **два** дозиметра

- Один **под** защитой на уровне груди
- Один **над** защитой на уровне шеи или глаз
- Дополнительный дозиметр - кольцо на пальце - для процедур требующих нахождения рук вблизи прямого луча

Целесообразно использование прямопоказывающих дозиметров

в. постоянно улучшайте свои знания в области радиационной защиты



з. Обсуждайте ваши вопросы по радиационной защите со специалистами по радиационной защите

### 10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ!

- контроль качества оборудования обеспечивает безопасную и эффективную работу
- правильный выбор оборудования и грамотное использование возможностей аппарата позволяет оптимизировать дозы у пациента и персонала
- Используйте мониторы



Дополнительный Постер!

10 Способов радиационной защиты персонала

<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/Withpapers/poster-patient-radiation-protection.ru.pdf>

<http://rpop.iaea.org>

<http://www.iaea.org/tech-assess/communication-networks/rpop/iaea-web.htm>

Смп. 2 из 2

<http://rpop.iaea.org>

**Благодарю за внимание!**

**Смотрите материалы на сайте  
НИИРГ: <http://www.niirg.ru/>**