

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

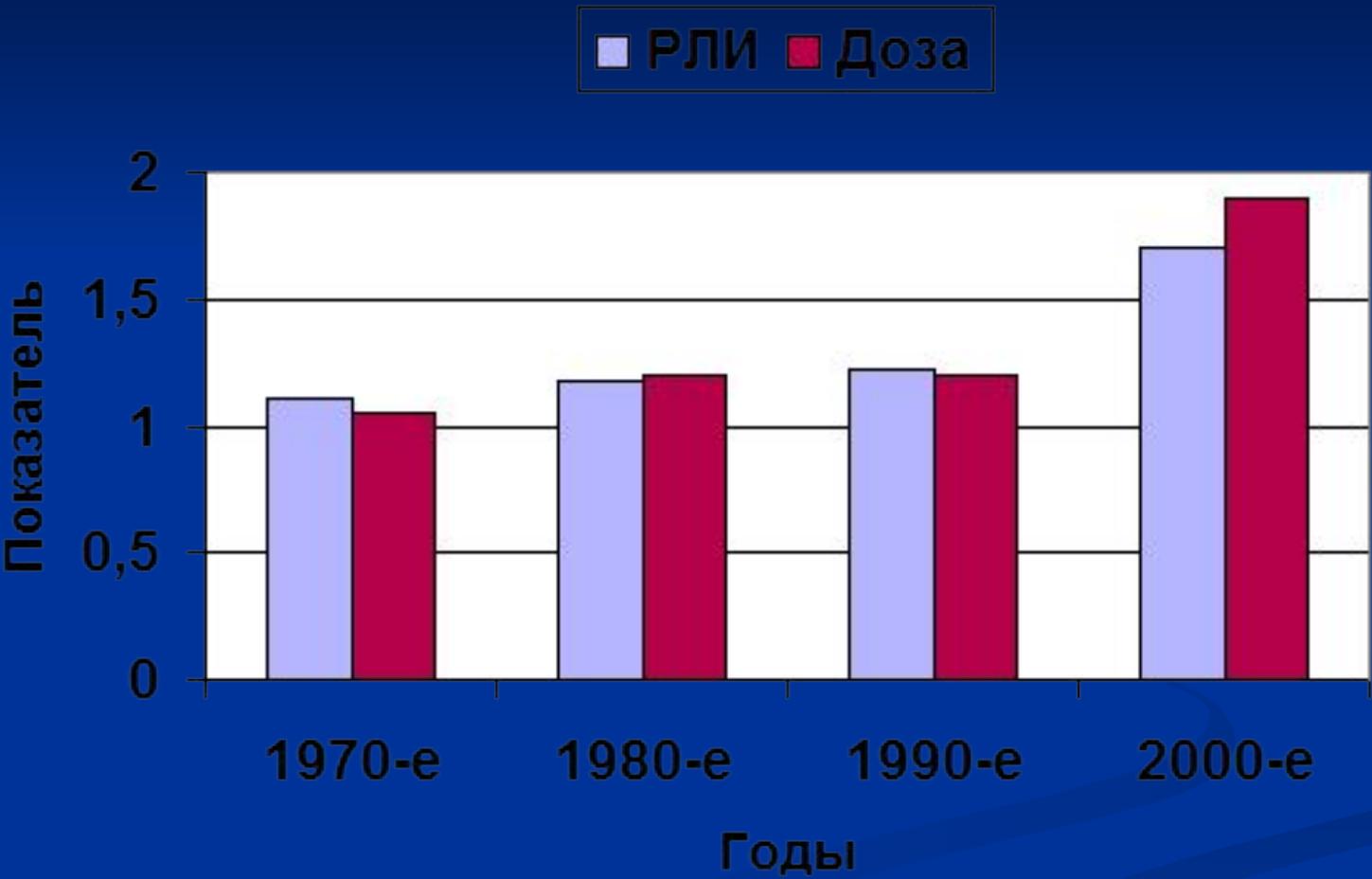
Балонов М.И.

НИИ радиационной гигиены, С.-Петербург

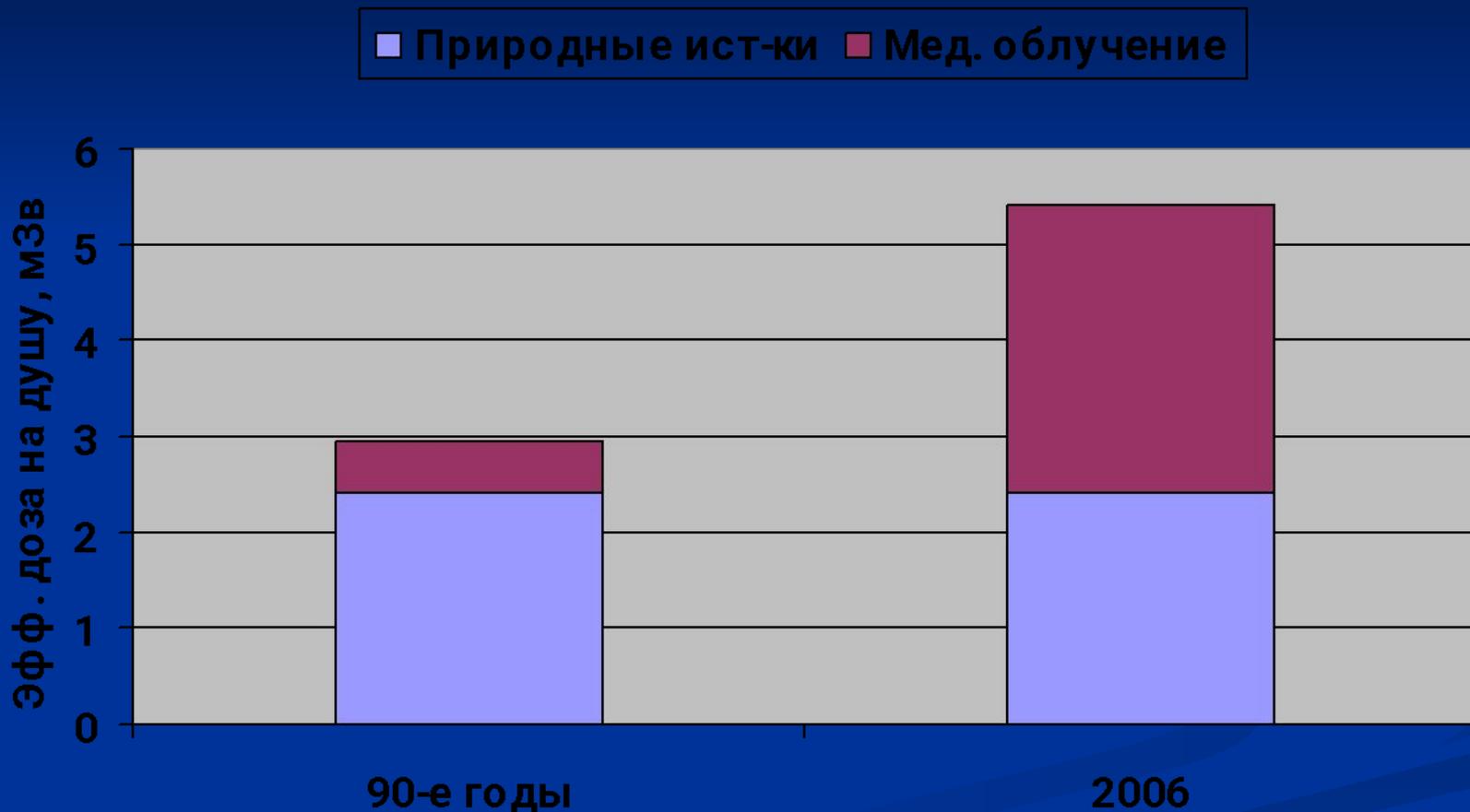
# Содержание

- Масштабы и тенденции медицинского облучения в мире и в России
- Возможные последствия облучения в медицине для здоровья
- Отечественное регулирование медицинского облучения
- Современные методики защиты пациента
- Перспективы лаборатории РГМО

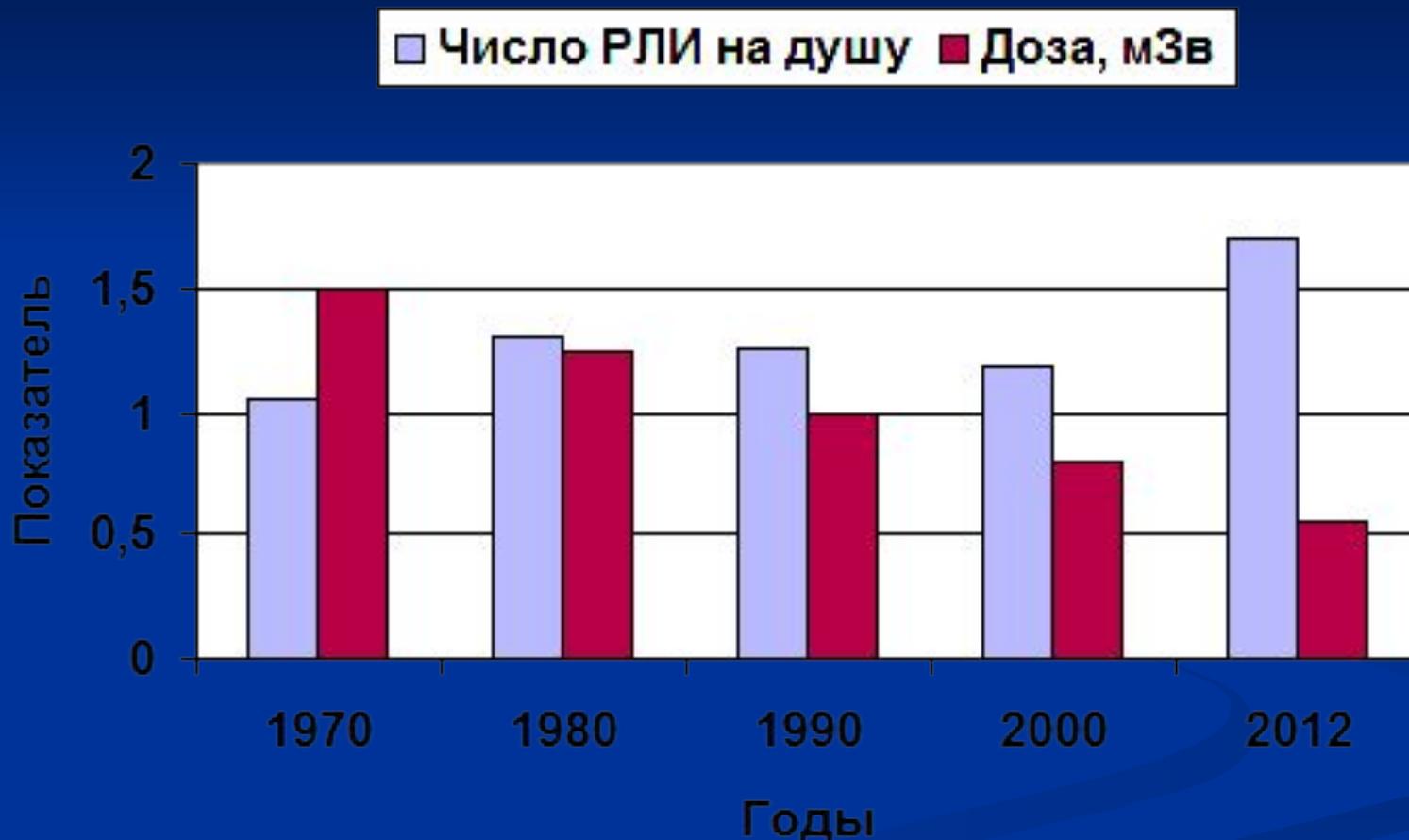
# Дозы медицинского облучения на душу населения стран с развитым здравоохранением



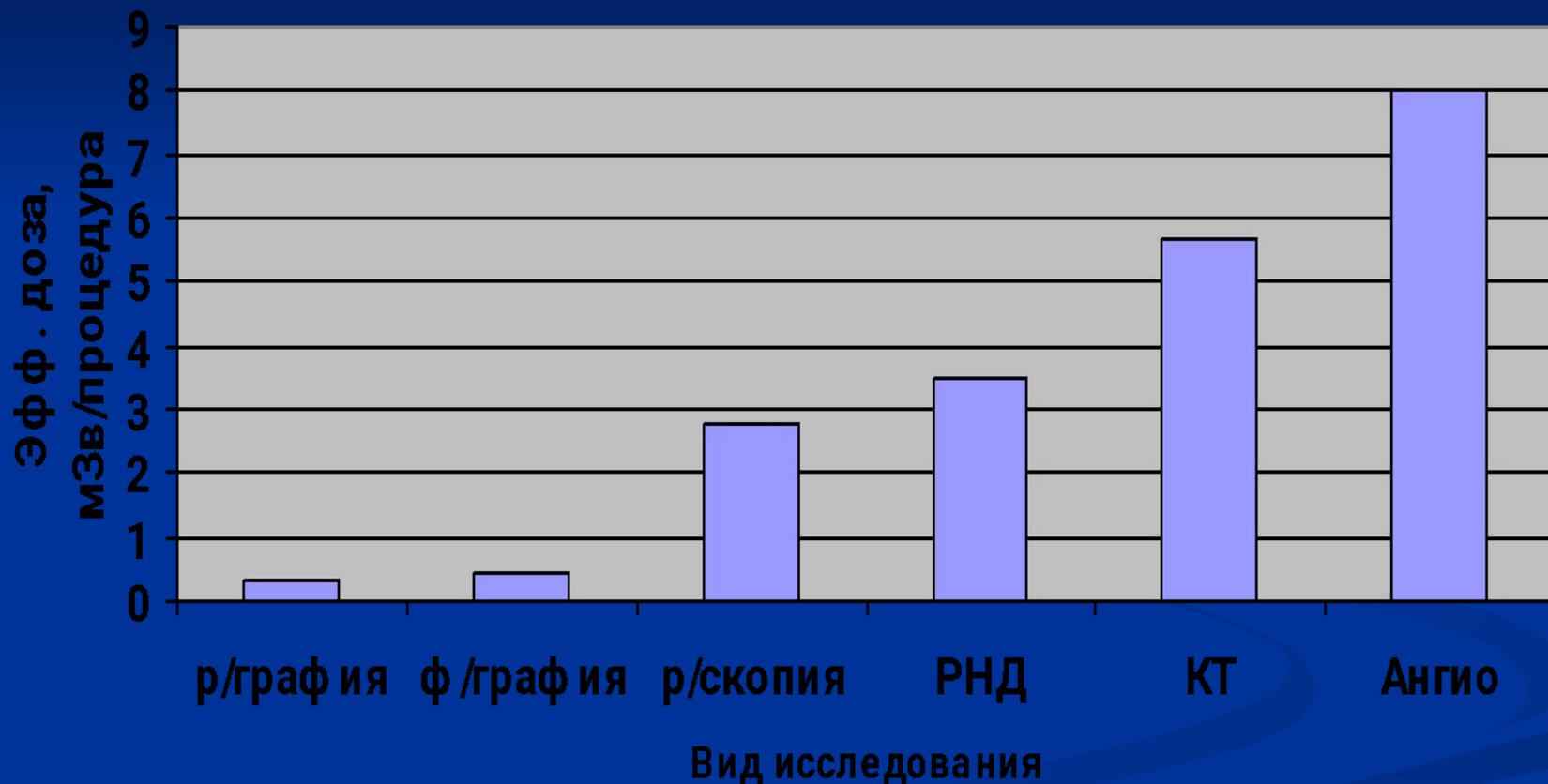
# Уровни облучения населения США



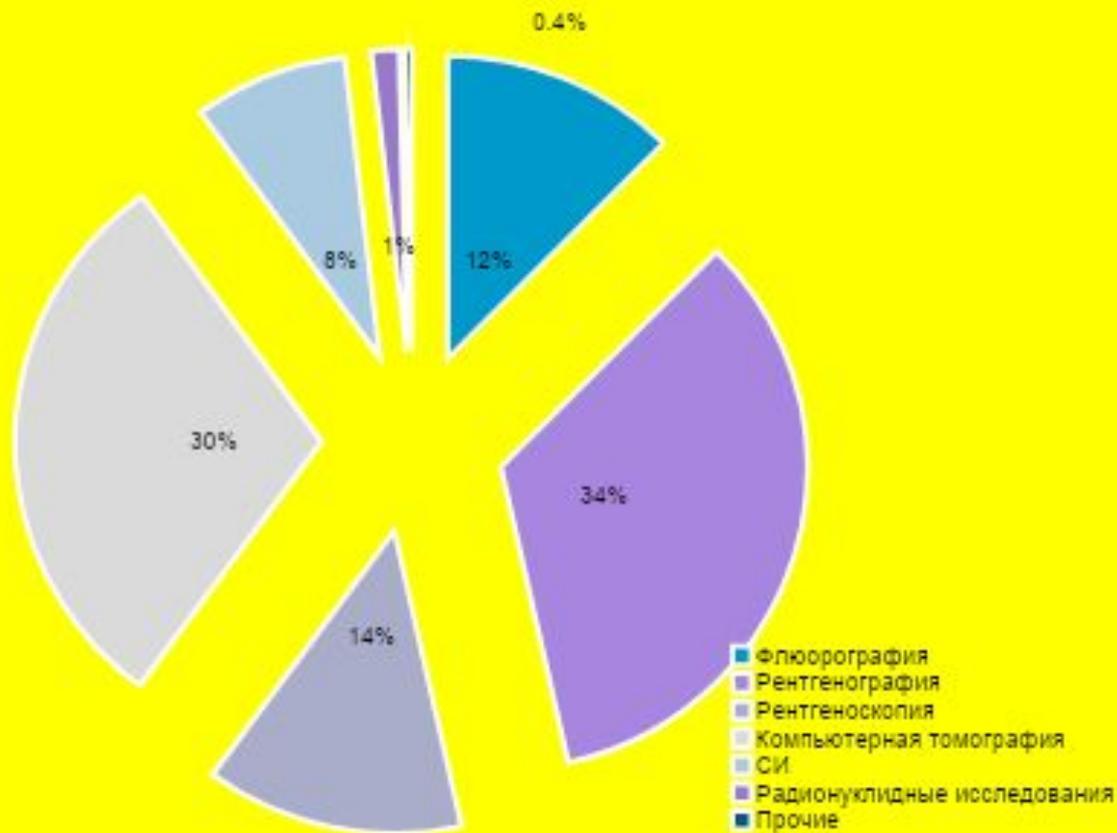
# Динамика медицинского облучения на душу населения в России



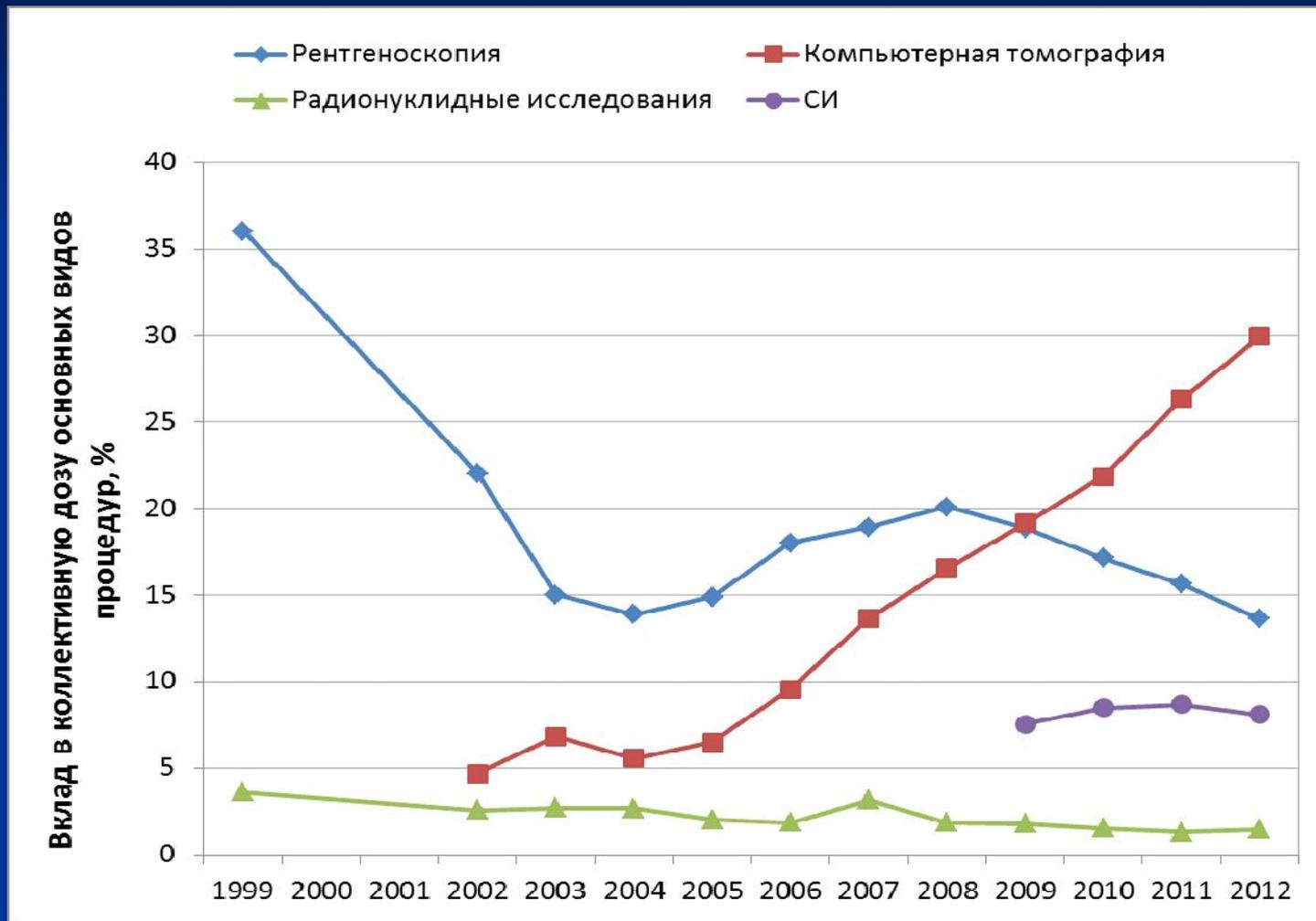
# Средняя эффективная доза (мЗв) на процедуру в лучевой диагностике



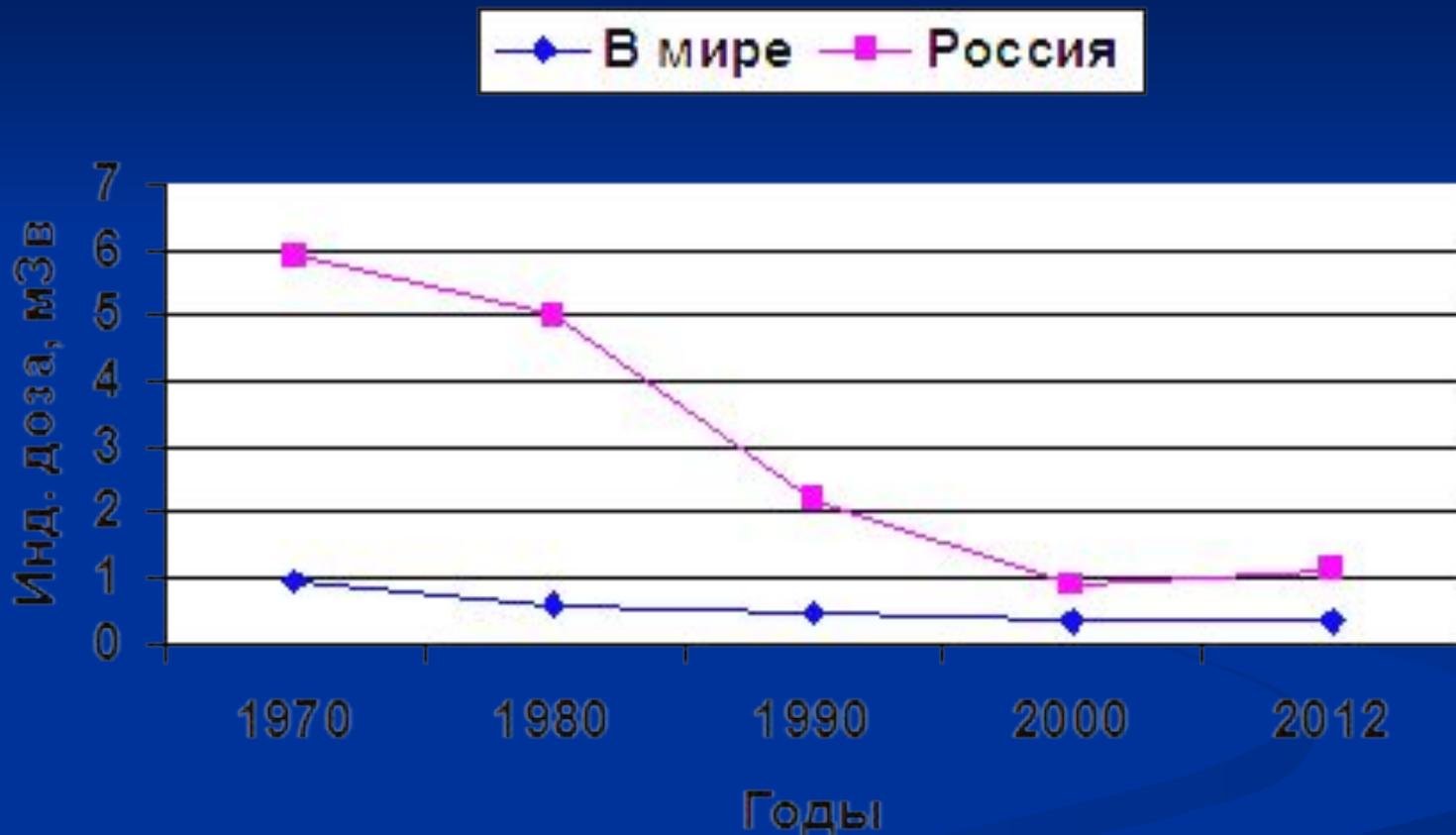
# Вклад основных видов процедур в коллективную дозу медицинского облучения, Россия, Справочник НИИРГ 2012 г, %



# Динамика вклада различных видов лучевой диагностики в коллективную дозу медицинского облучения в России, Справочники НИИРГ



# Динамика средней годовой эффективной дозы медицинского персонала в России и в мире



# 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



# Индукция рака у пациентов медицинским облучением

- Лучевая терапия:  
NCRP Report 170, 2011

- Диагностика (КТ):  
Lancet, 2012

NCRP REPORT No. 170

## Second Primary Cancers and Cardiovascular Disease After Radiation Therapy

Recommendations of the  
NATIONAL COUNCIL ON RADIATION  
PROTECTION AND MEASUREMENTS

May 14, 2011

National Council on Radiation Protection and Measurements  
7910 Woodmont Avenue, Suite 400 / Bethesda, MD 20814-3095

## Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study

*Mark S Pearce, Jane A Salotti, Mark P Little, Kieran McHugh, Choonsik Lee, Kwang Pyo Kim, Nicola L Howe, Cecile M Ronckers, Preetha Rajaraman, Sir Alan W Craft, Louise Parker, Amy Berrington de González*

### Summary

**Background** Although CT scans are very useful clinically, potential cancer risks exist from associated ionising radiation, in particular for children who are more radiosensitive than adults. We aimed to assess the excess risk of leukaemia and brain tumours after CT scans in a cohort of children and young adults.

**Methods** In our retrospective cohort study, we included patients without previous cancer diagnoses who were first examined with CT in National Health Service (NHS) centres in England, Wales, or Scotland (Great Britain) between 1985 and 2002, when they were younger than 22 years of age. We obtained data for cancer incidence, mortality, and loss to follow-up from the NHS Central Registry from Jan 1, 1985, to Dec 31, 2008. We estimated absorbed brain and red bone marrow doses per CT scan in mGy and assessed excess incidence of leukaemia and brain tumours cancer with Poisson relative risk models. To avoid inclusion of CT scans related to cancer diagnosis, follow-up for leukaemia began 2 years after the first CT and for brain tumours 5 years after the first CT.

**Findings** During follow-up, 74 of 178 604 patients were diagnosed with leukaemia and 135 of 176 587 patients were diagnosed with brain tumours. We noted a positive association between radiation dose from CT scans and leukaemia (excess relative risk [ERR] per mGy 0.036, 95% CI 0.005–0.120;  $p=0.0097$ ) and brain tumours (0.023, 0.010–0.049;  $p<0.0001$ ). Compared with patients who received a dose of less than 5 mGy, the relative risk of leukaemia for patients who received a cumulative dose of at least 30 mGy (mean dose 51.13 mGy) was 3.18 [95% CI 1.46–6.94] and the relative risk of brain cancer for patients who received a cumulative dose of 50–74 mGy (mean dose 60.42 mGy) was 2.82 (1.33–6.03).

**Interpretation** Use of CT scans in children to deliver cumulative doses of about 50 mGy might almost triple the risk of leukaemia and doses of about 60 mGy might triple the risk of brain cancer. Because these cancers are relatively rare, the cumulative absolute risks are small: in the 10 years after the first scan for patients younger than 10 years, one excess case of leukaemia and one excess case of brain tumour per 10 000 head CT scans is estimated to occur. Nevertheless, although clinical benefits should outweigh the small absolute risks, radiation doses from CT scans ought to be kept as low as possible and alternative procedures, which do not involve ionising radiation, should be considered if appropriate.

# Итак:

- Во многих странах развитая медицина стала ведущим источником облучения населения; обнаружены вредные последствия для здоровья
- В России лучевая медицина по объемам использования пока отстает на 10-20 лет, но можно ожидать повышение уровней облучения пациентов в ближайшие годы.
- Радиационная защита пациентов и медперсонала высоко актуальна в мире и России:
  - Нормативно-методическое обеспечение, обучение – НИИРГ, РМАПО и др.
  - Практическое применение в лучевой медицине - администрация МО, медперсонал
  - Надзор за безопасностью - органы Роспотребнадзора с помощью НИИРГ

# Кого надо защищать от радиации в медицине?

- Пациентов – от медицинского облучения
- Персонал – от профессионального облучения
- Население – от источников ИИ в среде обитания



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН  
О РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Принят  
Государственной Думой  
5 декабря 1995 года

(в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 N 122-ФЗ,  
от 23.07.2008 N 160-ФЗ, от 18.07.2011 N 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;

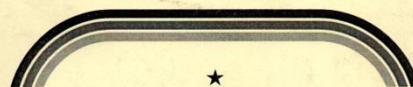
техногенно измененный радиационный фон - естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека;

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;

Государственное  
санитарно-эпидемиологическое нормирование  
Российской Федерации

Государственные санитарно-эпидемиологические  
правила и нормативы



★  
2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,  
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Нормы  
радиационной безопасности  
(НРБ-99/2009)

Санитарные правила и нормативы  
СанПиН 2.6.1.2523 — 09

★  
ИЗДАНИЕ  
ОФИЦИАЛЬНОЕ

МОСКВА  
2009

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование  
Российской Федерации  
Государственные санитарно-эпидемиологические  
правила и нормативы

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,  
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОСНОВНЫЕ  
САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
РАДИАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ  
(ОСПОРБ 99/2010)

Санитарные правила и нормативы  
СП 2.6.1.2612 — 10

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

# Радиационная безопасность в отечественной медицине: регулирование закрытых ИИИ

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», 2007г – **ревизия**

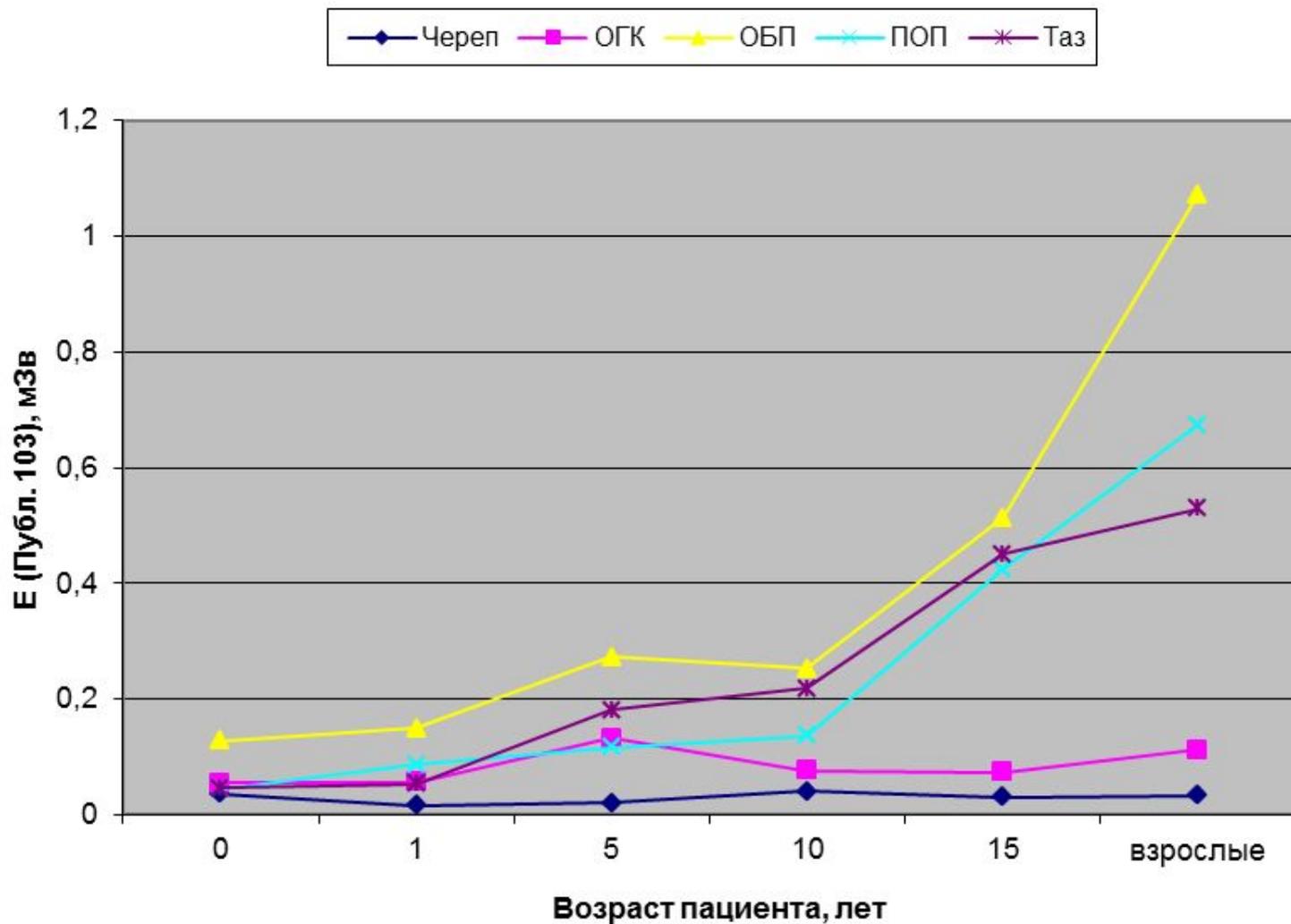
# Радиационная безопасность пациентов в отечественной медицине: регулирование открытых ИИИ (ядерная медицина)

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. Проект СанПиН Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении позитронной эмиссионной томографии – на утверждении.
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”.

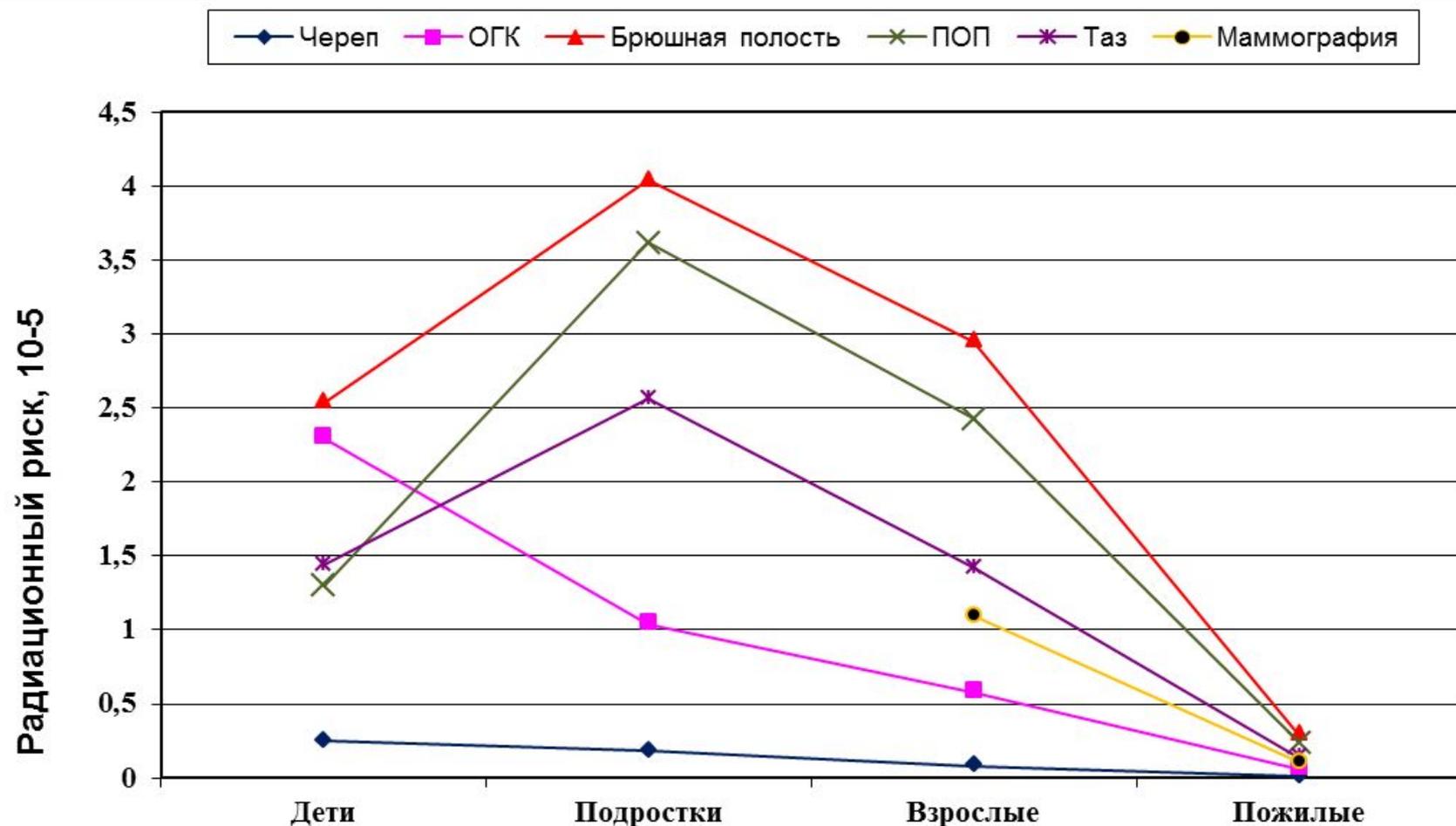
# МР «Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований» НИИРГ и МРНЦ, 2013

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*

# Типичные дозы у пациентов при рентгенографии, С. Петербург



# Пожизненный риск на рентгенографическую процедуру у женщин в зависимости от возраста ( $10^{-5}$ ) - НИИРГ



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

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

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

# Оптимизация защиты пациента

- **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

Государственное санитарно-эпидемиологическое  
нормирование Российской Федерации

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,  
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

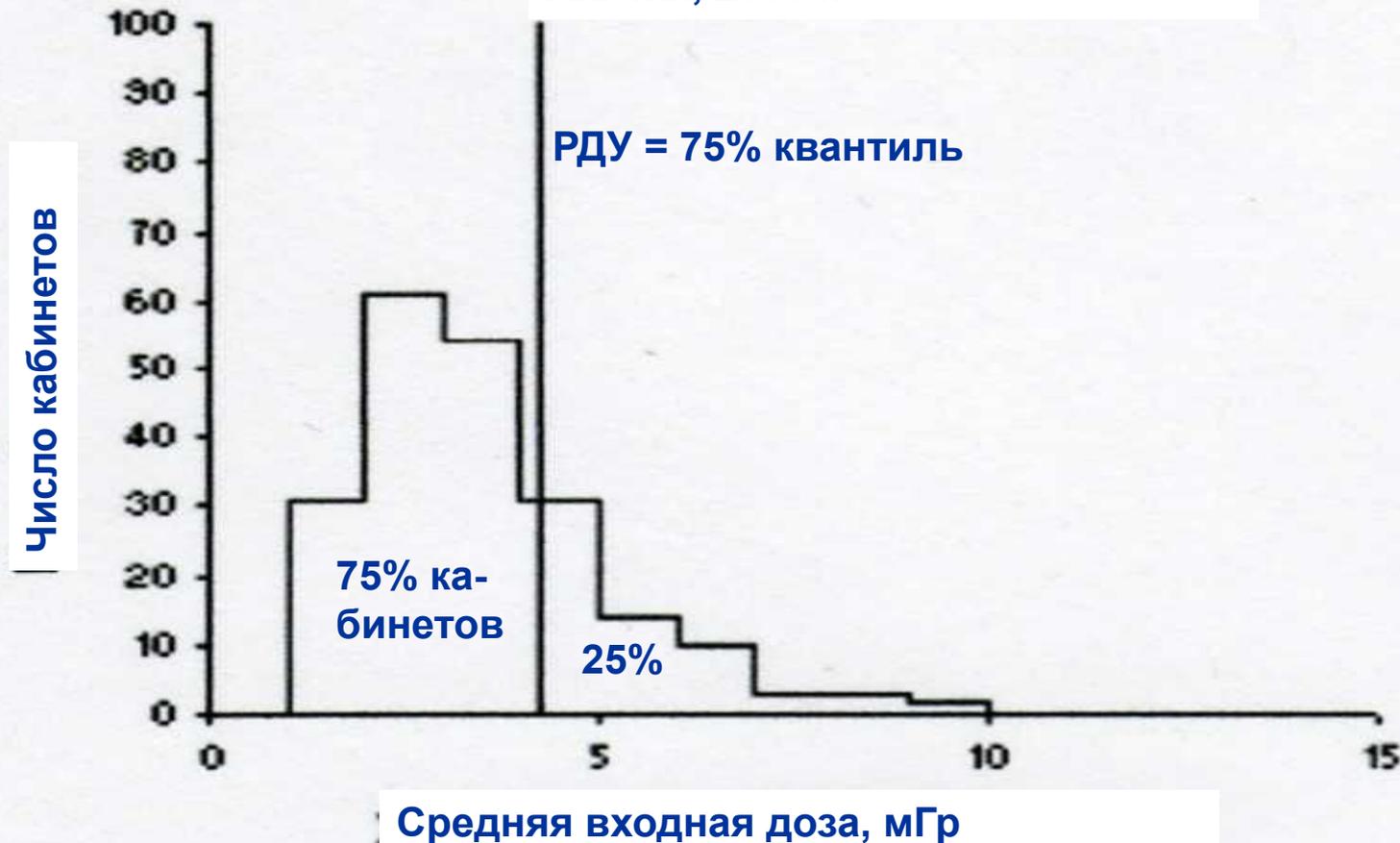
**Применение референтных диагностических  
уровней для оптимизации радиационной  
защиты пациента в рентгенологических  
исследованиях общего назначения**

Методические рекомендации  
МР 2.6.1. 0066 -12

Москва 2012

# Оптимизация защиты: референтный диагностический уровень (РДУ)

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



# Применение РДУ

- Обследование десятков кабинетов в регионе для установления 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

# Актуальные вопросы РЗ в медицине

- Привлечь внимание врачей к проблеме защиты пациента, обучать основам РЗ
- Внедрить в практику медицины и надзора современные эффективные методы защиты
- На начальном этапе – через энтузиастов, далее – ввести в правило
- Успевать с правилами безопасности за **НОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

**Благодарю за внимание!**