

## Уровень современного медицинского облучения населения

© 2009. С.А. Кальницкий<sup>1</sup>, к.б.н, в.н.с., М.И. Балонов<sup>1</sup>, д.м.н, зав. лаб.,  
Н.М. Вишнякова<sup>1</sup>, к.м.н, зам. директора, М.Н. Тихонов<sup>2</sup>, с.н.с.,

<sup>1</sup>ФГУН НИИ радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Роспотребнадзора,

<sup>2</sup>ФГУП НИИ промышленной и морской медицины  
Федерального медико-биологического агентства России,  
e-mail: irh@ek6663.spb.edu, niipmm@mail.axon.ru

Представлен анализ современного состояния медицинского облучения в России и в мире. Акцент сделан на специальные рентгенорадиологические исследования, включая компьютерную томографию. Определена долгосрочная и краткосрочная тенденции изменения уровня медицинского облучения. Делается прогноз в отношении дальнейшего развития событий. Показаны основные проблемы использования источников ионизирующего излучения в отечественной медицине. Предложены пути совершенствования радиационной безопасности в медицине.

The article presents the analysis of contemporary state of medical radiation in Russia and in the world. Special roentgen-radiological investigations including computer tomography are focused on. Long-term and short-term tendencies of changing medical radiation level are determined. The article also gives some prognosis. Main problems of using ionizing radiation in Russia medicine are shown. The ways of improving radiation safety in medicine are offered.

Ключевые слова: медицинское облучение, рентгенологические исследования, доза облучения, компьютерная томография, пациенты, население, радиационная безопасность

Key words: medical radiation, roentgen investigations, radiation doze, computer tomography, patients, population, radiation safety

Рентгенологические и радиологические диагностические и лечебные исследования играют важную роль в современной медицине, их роль, методы и количество в мире неуклонно возрастают [1]. Параллельно увеличивается радиационная нагрузка в виде дозы облучения пациентов, проходящих рентгенорадиологические исследования (РРИ), а также всего населения, поскольку деятельность и масштабы использования лучевой диагностики касаются практически каждого человека.

В отношении медицинского облучения пациентов, неизбежно сопутствующего деятельности лучевой диагностики, в настоящее время имеются две противоположные тенденции. Одна из них состоит в том, что старые, более высокодозные рентгеновские аппараты постепенно заменяются современными цифровыми низкодозными, и поэтому дозы от обычной рентгеновской диагностики (стандартных исследований) снижаются. Внедрение же инновационной техники (специальных исследований) и, в частности, компьютерной томографии (КТ) ведёт к повышению соответствующих компонентов дозы. Как видно на рисунке 1, в большинстве стран с развитым здравоохранением (по классификации НКДАР ООН) вторая тенденция доминирует, в итоге средняя годовая эффективная доза от медицинского облучения на

душу населения приближается в настоящее время к 1,5 мЗв [1].

Данная тенденция наглядно видна на примере лидера мирового здравоохранения США [2], где число КТ за 10 лет увеличилось в 3 раза (рис. 2).

В связи с прогрессирующим внедрением инновационных технологий (цифровые изображения, компьютерная томография, ангиографические и интервенционные процедуры

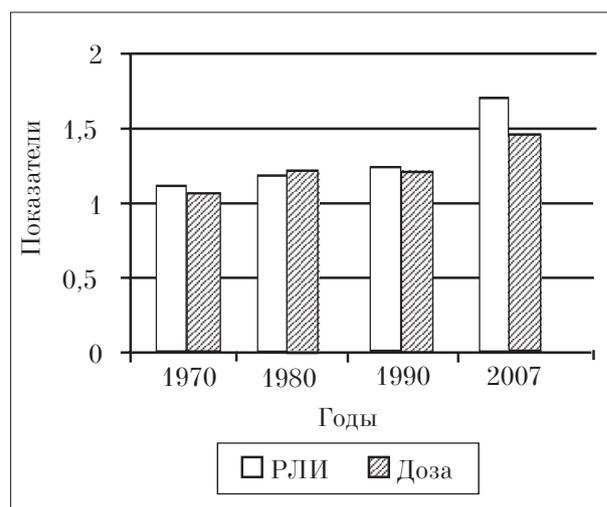


Рис. 1. Тенденции медицинского облучения в экономически развитых странах (число рентгенологических исследований на 1 человека и средняя индивидуальная доза облучения населения в мЗв/чел.)

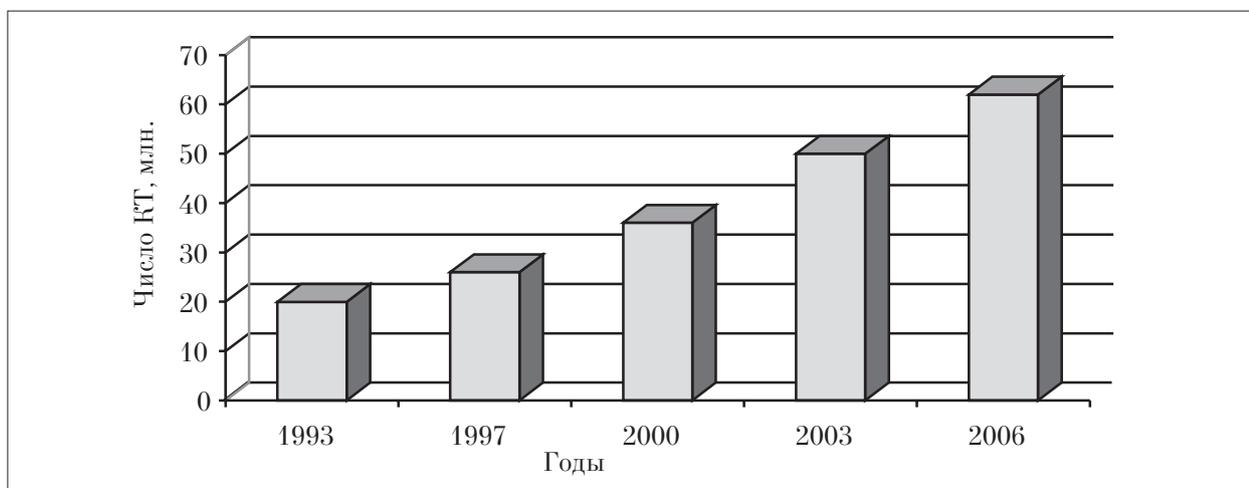


Рис. 2. Динамика компьютерных томографий в США

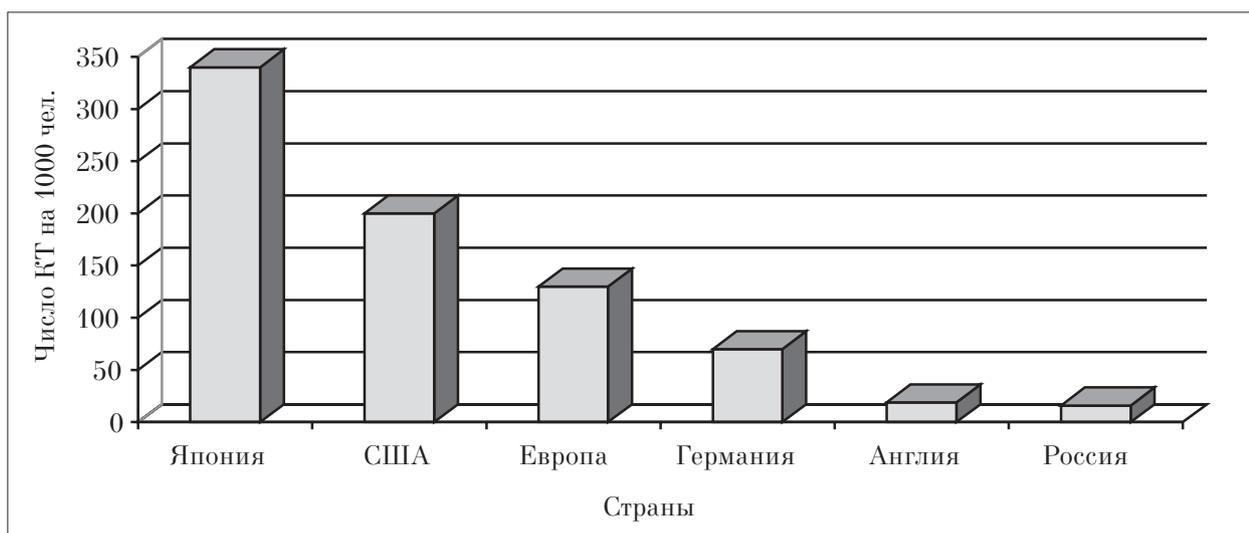


Рис. 3. Число компьютерных томографий в разных странах

и т. д.) растёт их диагностическая и лечебная эффективность. Масштабы использования новых технологий в ряде ведущих стран достигли громадных размеров (рис. 3).

Одновременно значительно растёт доза облучения на пациентов и население (рис. 4). Это ставит вопрос о радиационной безопасности в медицине в ряд приоритетных радиоэкологических проблем. Данный факт заслуживает серьёзного внимания с точки зрения национальной безопасности, поскольку доза на пациента при КТ составляет 3-14 мЗв; при этом облучается, например, каждый третий житель Японии и каждый пятый житель США, включая детей.

На примере США видно, что средняя доза на душу населения от медицинского облучения за десятилетие увеличилась за счёт КТ почти в 6 раз с 0,5 до 3,0 мЗв/чел., впервые превысив годовую дозу от природных источников излучения (рис. 5). При этом общее облучение

населения от всех источников ионизирующего излучения (ИИИ) практически удвоилось: с 3 до 5,5 мЗв/чел. в год. В основном это увеличение вызвано неограниченным использованием компьютерной томографии.

В России уровень использования специальных лучевых технологий, включая КТ, значительно ниже (16%). Тем не менее, КТ также постоянно развивается, достаточно сказать, что за последние 5 лет её объём увеличился в 3 раза, а доза – в 4,5 раза [3].

Вышеперечисленная тенденция для экономически развитых стран в отношении специальных исследований наблюдается в России применительно к стандартным рентгеновским исследованиям и прежде всего к рентгенографии (производству снимков). Их выполняется необоснованно завышенное количество: суммарное число РРИ составляет 1500%.

Несмотря на это, в нашей стране средняя годовая эффективная доза от медицинского

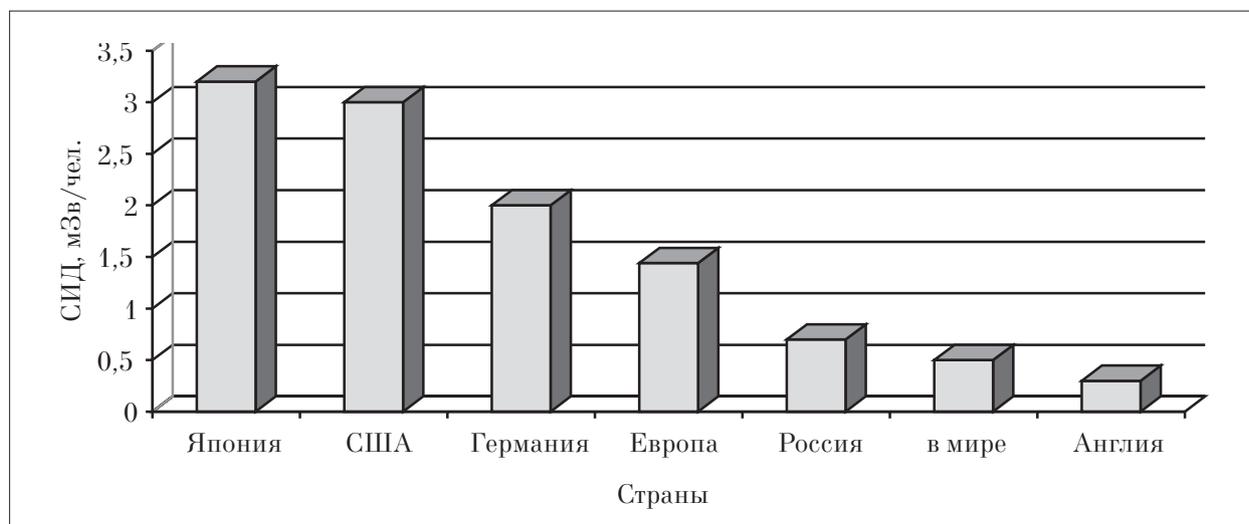


Рис. 4. Средняя индивидуальная доза (СИД) медицинского облучения населения в разных странах в настоящее время

облучения на душу населения в настоящее время является низкой, составляя 0,7 мЗв/чел. в 2007 г. и пока преобладает тенденция к её дальнейшему снижению, чего нельзя сказать о количестве РРИ – и без того их высокое количество на протяжении последних десятилетий увеличивается (рис. 6).

Если экономический рост в стране, несмотря на кризис, продолжится и будет сопровождаться развитием здравоохранения, это приведёт к расширению парка современной аппаратуры и росту числа рентгенологических исследований, включая специальные. В этом случае есть основания ожидать роста уровня медицинского облучения в ближайшем будущем, так как это происходит в зарубежных государствах. Это тем более вероятно, поскольку

современная структура РРИ и, соответственно, дозы медицинского облучения населения России (по сравнению с экономически развитыми европейскими странами) оптимальными не являются.

Данное заключение наглядно подтверждается на примере использования медицинских ИИИ в Великобритании (рис. 7). Здесь средняя индивидуальная доза медицинского облучения населения с учётом использования современных высокоинформативных методов исследования (которые составляют более половины всех РРИ) остаётся на очень низком уровне – 0,33 мЗв/чел., что в 10 раз ниже, чем в США, и в 2 раза меньше, чем в России. При этом частота РРИ населения является незначительной и составляет всего 700‰.

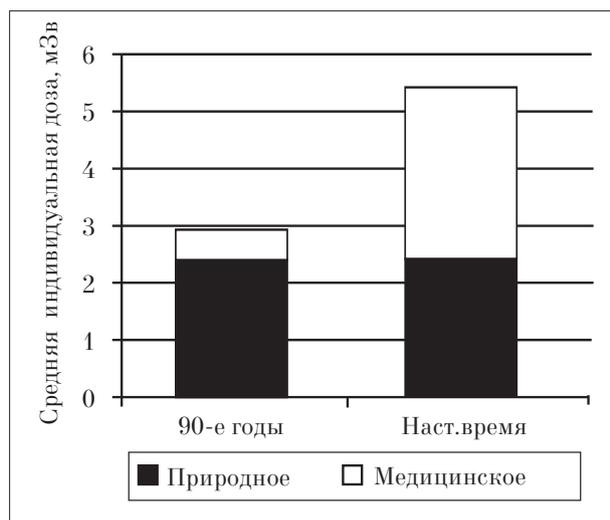


Рис. 5. Средние дозы общего и медицинского облучения населения в США в 90-е годы и в настоящее время

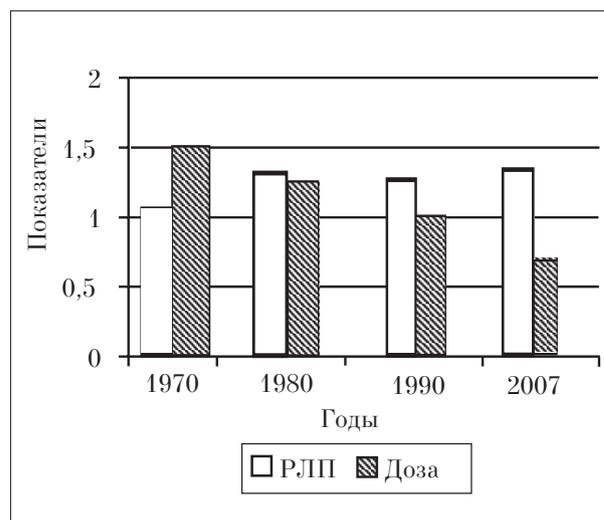


Рис. 6. Тенденции медицинского облучения в России (число рентгенологических исследований на 1 человека и средняя индивидуальная доза облучения населения в мЗв/чел.)

Философия радиационной защиты пациентов от медицинского облучения заключается в том, что она должна применяться в том объёме и методах, которые нужны для достижения медицинских целей диагностики и лечения. Для решения этой задачи разработана современная международная методология и инструменты защиты, которые успешно внедряются во многих странах с развитым здравоохранением [4-7]. В России эти методы хорошо известны и частично внедрены через систему регулирования и надзора, однако многое ещё предстоит сделать, особенно среди лиц, реально устанавливающих уровни медицинского облучения: это, как ни странно, лечащие врачи общего профиля (терапевты, пульмонологи, фтизиатры и др.), направляющие пациентов на РРИ, а также персонал рентгенорадиологических отделений, куда входят врачи-рентгенологи и радиологи, а также средний медицинский и технический персонал лечебно-профилактических учреждений.

Современную ситуацию применительно к медицинскому облучению в России удобно охарактеризовать на материалах Справочника «Дозы облучения населения РФ в 2007 г.», подготовленного ФГУН НИИРГ [3]. Информация о дозах облучения у населения РФ за счёт медицинских диагностических РРИ получена на основе данных, поступающих по форме 3-ДОЗ в систему ЕСКИД, а также приведённых в радиационно-гигиеническом паспорте Российской Федерации за 2007 г.

Численность населения Российской Федерации, учтённая в справочнике при оценке средних и коллективных доз, составила в 2007 г. 142 млн. человек. Общее число организаций, использующих в своей деятельности ИИИ, равняется 20,3 тыс., в том числе 13,9 тыс. – медицинские учреждения. Численность специалистов, работающих с ИИИ, в том числе персонала группы А, в 2007 г. составила 245 тыс. человек, из них 77 тыс. человек – персонал медицинских учреждений. Суммарное количество всех диагностических рентгенорадиологических процедур, выполненных в России в 2007 г., достигло 214 млн., что означает 1,5 процедуры в среднем на каждого жителя России.

Коллективная годовая эффективная доза облучения населения РФ за счёт диагностического использования медицинских ИИИ в 2007 г. составила 99,6 тыс. чел.-Зв, что соответствует средней индивидуальной дозе 0,70 мЗв в год в среднем на одного жителя России и 0,46 мЗв – в среднем на одну процедуру. При этом в ряде регионов зарегистрированы

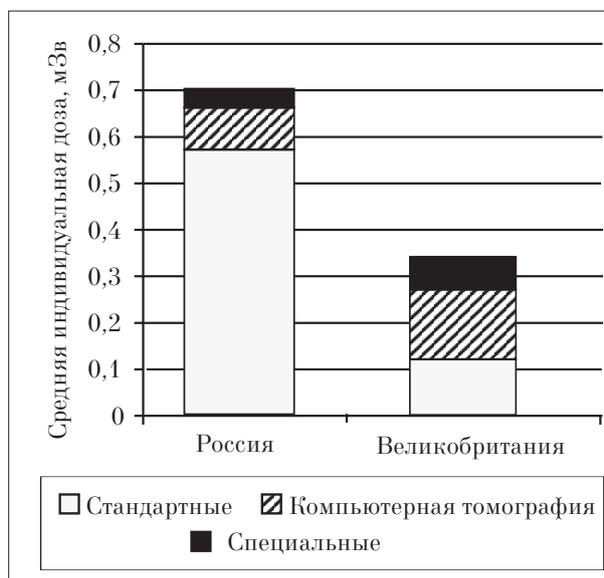


Рис. 7. Средние индивидуальные дозы медицинского облучения населения в России и Великобритании

максимальные дозы медицинского облучения, среди них Владимирская, Вологодская, Ивановская и Орловская области. Наибольшее значение средней дозы медицинского облучения в 2007 г. в расчёте на одного жителя получено для Вологодской области – 1,39 мЗв, а максимальная средняя доза на одну процедуру – 1,0 мЗв имела место во Владимирской области [3]. На необходимость разобраться в причинах повышенного медицинского облучения в ряде регионов указывает Главный государственный санитарный врач РФ Г.Г. Онищенко [8]. Он же является сторонником уделения медицинскому облучению повышенного внимания и аргументирует данный тезис общепризнанным фактом, что использование ИИИ в медицине располагает наибольшими резервами оправданного снижения индивидуальных и коллективных доз.

Динамика средних индивидуальных (на душу населения) и коллективных эффективных доз медицинского облучения населения РФ за период 2002–2007 гг. приведена в таблице 1. Из представленных данных следует упомянутое выше постепенное снижение к 2007 г. как индивидуальных, так и коллективных доз медицинского облучения населения (рис. 8). На данный факт было обращено внимание Роспотребнадзора по результатам радиационно-гигиенической паспортизации [8]. Однако при этом следует учитывать, что снижение дозы облучения сопровождается непропорциональным увеличением числа рентгеновских исследований, часть из которых являются необоснованными [9].

Таблица 1

Изменение средних индивидуальных и коллективных годовых эффективных доз медицинского облучения населения Российской Федерации в 2002 – 2007 гг.

Показатель	Срок наблюдения, год					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Средняя годовая доза, мЗв/чел.	0,94	0,86	0,80	0,79	0,80	0,70
Коллективная доза, тыс. чел.-Зв	134,7	122,9	115,7	114,8	112,9	99,6
Число РЛП* на 1000 чел.населения, ‰	1230	1230	1340	1260	1420	1500

Примечание: \* – рентгенологическая процедура.

Таблица 2

Статистика диагностических рентгенорадиологических процедур в Российской Федерации в 2007 г.

Показатель	Флюорография	Рентгенография	Рентгеноскопия	Компьютерная томография	Радионуклидные исследования	Прочие	Всего
Абсолютное число процедур, тыс.	76 703	130 503	3 260	2 232	649	1 993	213 709
Число процедур на 1000 чел., ‰	540	920	23	16	5	14	1505
Средняя эффективная доза на процедуру, мЗв	0,29	0,27	5,72	5,96	4,64	3,69	0,46
Коллективная доза, чел.-Зв	22 554	34 765	18 638	13 308	3 011	7 349	99 624
Вклад в коллективную дозу, %	25,1	36,3	18,8	11,0	2,2	6,7	100

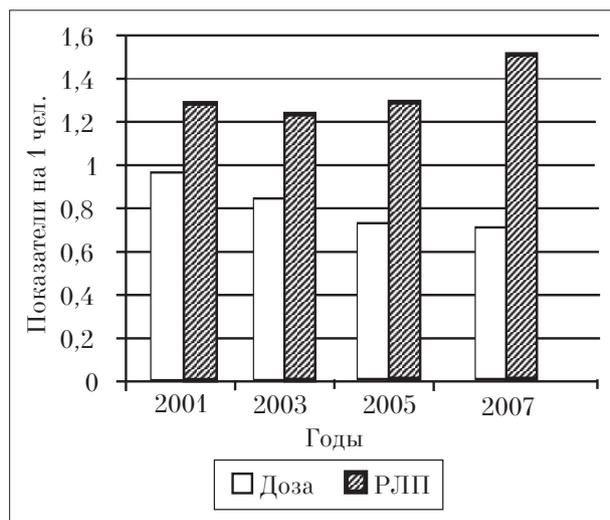


Рис. 8. Динамика рентгенологических исследований и средней индивидуальной дозы облучения населения России за последние годы

Обобщённые по России статистические данные о структуре и количестве рентгенорадиологических процедур, а также о средних индивидуальных (на душу населения) и коллективных эффективных дозах (по видам процедур) представлены в таблице 2. Структура исследований и дозы облучения пациентов и населения принципиально отличаются от аналогичных значений в зарубежных странах. На первом плане у нас доминируют стандартные (рутинные) исследования.

Наибольший вклад в коллективную дозу медицинского облучения населения России вносят рентгенография – 36,3% (от 18,4 до 83,8% в разных субъектах РФ) и флюорография – 25,1%, (от 4,9 до 76,0%). Вклад рентгеноскопических исследований составляет 18,8% (от 0 до 56,4%), а на долю

всех остальных процедур приходится 20,1%. К числу благоприятных тенденций по сравнению с данными предыдущих лет следует отнести снижение общего числа рентгеноскопий и флюорографий за счёт увеличения количества рентгенографий.

Средняя доза от наиболее распространённых видов исследований – флюорографии и рентгенографии, рассчитанная по данным формы 3-ДОЗ, составляет 0,27–0,29 мЗв на процедуру.

Число КТ в России составляет 16‰, или 1% от общего числа рентгеновских исследований, что несоразмерно меньше, чем в большинстве зарубежных стран. Вклад КТ в дозу облучения населения также незначителен и составляет 11%.

На основании вышесказанного важной отечественной радиационно-гигиенической проблемой применительно к медицинскому облучению является снижение доз облучения пациентов от стандартных исследований. В таблице 3 дана сравнительная оценка измеренных доз у пациентов на примере исследования органов грудной клетки в России в целом, в г. Москве и г. Санкт-Петербурге в 2006 г., в Германии и в мире в 1997 – 2007 гг.

Из данных таблицы 3 видно, что диапазон измеренных доз в Санкт-Петербурге и в Москве меньше национального среднего значения дозы, полученного по официальным данным. В мире аналогичное значение дозы в 1,5 раза ниже, чем в России, а измеренные дозы в

Германии меньше, чем в Санкт-Петербурге, в Москве и в мире. Из этого следует, что в России имеется существенный резерв дальнейшего снижения лучевой нагрузки на население за счёт оптимизации медицинского облучения.

С учётом представленных в Справочнике [3] данных, коллективная эффективная доза облучения населения РФ в 2007 г. от всех ИИИ оценена величиной 594 тыс. чел.-Зв, а средняя индивидуальная – 4,2 мЗв (табл. 4). При этом 83% коллективной дозы обусловлено природными источниками излучения и около 17% – медицинским облучением (рис. 9). На долю остальных источников излучения приходится лишь около 0,2% коллективной дозы.

Таким образом, медицинское облучение остаётся важным фактором радиационного воздействия на население и требует постоянного и пристального внимания специалистов.

Между тем опыт общения с врачами – рентгенологами и радиологами, а также врачами-гигиенистами, осуществляющими надзорные функции, показывает, что степень их информированности о современной системе защиты от медицинского облучения представляется недостаточной и требует совершенствования.

Для повышения информированности отечественных медицинских работников и внедрения с их помощью в практику рентгенологии и радиологии современных приёмов радиационной защиты необходима интенсификация образовательной работы на уровне базового образования, профессиональной

Таблица 3

Сравнительные данные по эффективным дозам облучения органов грудной клетки пациентов за одно исследование в прямой проекции (мЗв)

Россия [10]	Москва, Санкт-Петербург*	Германия [2]	Среднее в мире [2]
0,15	0,01-0,30	0,02-0,05	0,1

Примечание: \* – форма 3-ДОЗ.

Таблица 4

Статистика облучения населения России различными видами источников излучения в 2006 г. [3]

Показатель	Эксплуатация ИИИ	Техногенный фон	Природные источники	Медицинское облучение	Всего
Средняя эффективная доза, мЗв	0,0035	0,0067	3,47	0,70	4,18
Коллективная доза, чел.-Зв	501	958	492 760	99 615	593 834
Вклад в коллективную дозу, %	0,084	0,16	83,0	16,8	100

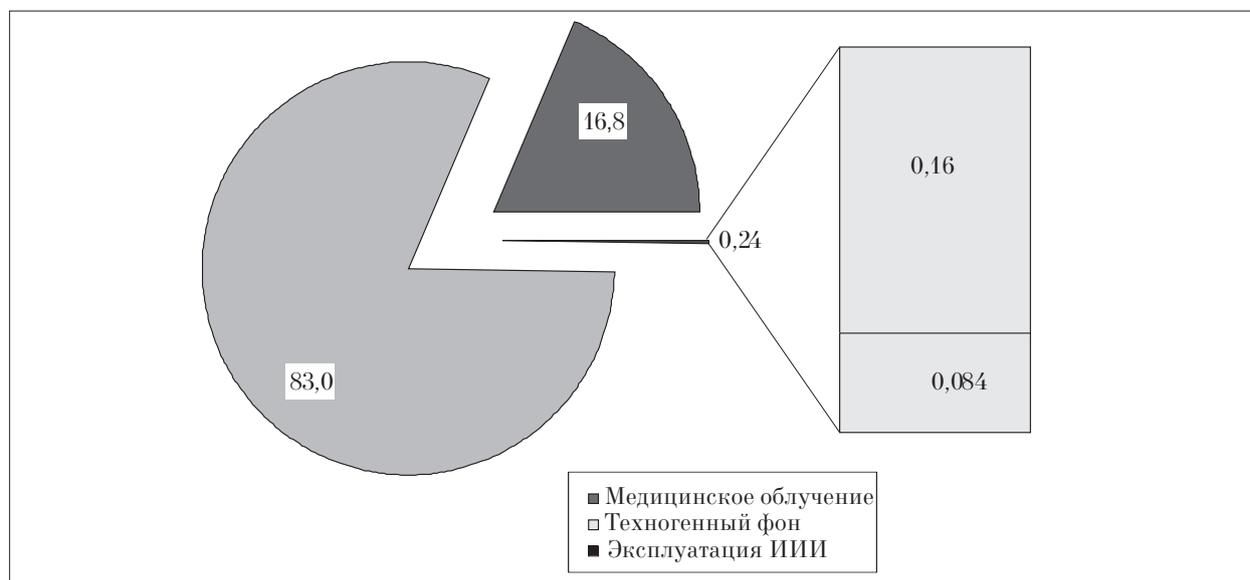


Рис. 9. Процентный вклад основных источников излучения в среднюю суммарную дозу облучения у жителей Российской Федерации в 2007 г.

переподготовки и профессиональных обществ и собраний. Остаётся актуальным также выпуск соответствующей научной и учебной литературы.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- масштабы и уровни медицинского облучения в России, которые сопоставимы с воздействием ведущего источника облучения населения – природного, несомненно, заслуживают постоянного серьёзного внимания отечественных специалистов по радиационной защите;

- исходя из опыта экономически развитых стран с высоким уровнем здравоохранения, следует ожидать роста уровня медицинского облучения населения в России;

- регулирование и контроль медицинского облучения, этически и методологически значительно отличающегося от радиационной защиты при использовании других ИИИ, до сих пор оставляет много нерешённых научных и особенно практических задач как в международном, так и, особенно, в российском планах;

- методологию и практику защиты от медицинского облучения следует внедрять, в первую очередь, среди основной категории лиц, отвечающих за качественное и безопасное применение ионизирующих излучений в медицине: врачей-рентгенологов и радиологов.

### Литература

1. Sources and Effects of Ionising Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radia-

tion Report to the General Assembly with Scientific Annexes. UNSCEAR. United Nations. New York. 2000. 566 p.

2. Medical exposure to ionizing radiation. United national scientific committee on the Effects of Atomic Radiation. A/AC.82/R.669. UNSCEAR. Vienna. 2008. 305 p.

3. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2007 году. Информационный сборник / Авт.: Барковский А.Н., Барышков Н.И., Кормановская Т.А. и др. СПб. 2008. 66 с.

4. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения. МАГАТЭ. Вена. 1997. 356 с.

5. Applying radiation safety standards in diagnostic radiology and interventional procedures using X rays. IAEA. Vienna, 2006. 110 p.

6. ICRP, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication No. 103/ Ann. ICRP, v. 37 (2-3). Pergamon Press, Oxford. 2007. 327 p.

7. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images, European Commission, EUR 16260 EN. 1996. 88 p.

8. Онищенко Г.Г. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации по результатам радиационно-гигиенической паспортизации // Гигиена и санитария. 2009. № 3. С. 4–7.

9. Водоватов А.В., Золотарева Т.Н. Оптимизация рентгенодиагностического облучения пациентов // Сб. тез. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы обеспечения радиационной безопасности в медицине. 18-21 июня 2007г. Санкт-Петербург». СПб. 2007. С. 22–24.

10. Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях. МУК 2.6.1.1797-03. М.: Роспотребнадзор, 2004. 29 с.