

## Мониторинг дозовых нагрузок за счет медицинского облучения населения Кировской области

Б.Н. Сколотнев<sup>1</sup>, Л.А. Чиркова<sup>2</sup>, Д.Д. Сорокин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Управление Роспотребнадзора по Кировской области, Киров

<sup>2</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области», Киров

*В статье дан анализ медицинского облучения населения Кировской области за 50-летний период (1961–2011 гг.) за счет основных видов рентгенологических исследований. Установлена устойчивая тенденция снижения уровней облучения населения области при увеличении частоты рентгенологических процедур.*

Ключевые слова: медицинское облучение, рентгенография, флюорография, рентгеноскопия, рентгенологическая процедура, эффективная доза, население.

Контроль за радиационной безопасностью населения в рамках социально-гигиенического мониторинга осуществляется с целью оценки уровней облучения населения, выявления изменений и прогноза состояния радиационной обстановки, установления причин неблагоприятного изменения радиационных факторов среды обитания и устранения или уменьшения их вредного воздействия на человека и среду обитания [1, 2].

Радиационно-гигиенический мониторинг, помимо основных показателей по объектам среды обитания человека, характеризующих радиационную обстановку, включает в себя также дозовые нагрузки населения региона от основных источников облучения антропогенного и природного характера, их анализ и оценку [3]. Медицинские рентгенологические исследования являются главным антропогенным источником облучения населения, так как данным видом исследований с профилактической и диагностической целями охватывается практически все население [4]. Регламентируются только профилактические рентгенологические исследования (годовая доза не должна превышать 1 мЗв), поэтому в настоящее время остается актуальным вопрос оценки уровней воздействия медицинского диагностического облучения и оптимизация мер по снижению его уровня [5].

Основным показателем уровня медицинского облучения являются дозовые нагрузки на пациентов. В Кировской области радиационно-гигиенический мониторинг за дозами медицинского облучения пациентов по видам рентгенологических процедур осуществляется с 1980 г. В это же время в соответствии с действующими методическими рекомендациями был произведен ретроспективный расчет основных показателей медицинского облучения с использованием областных статистических отчетов, начиная с 1961 г.

В первоначальной редакции расчеты производились по 4 показателям: частоте рентгенологических процедур (РЛП), среднестомозговой дозе (СКМД), средней гонадной дозе (СГД) и генетически значимой дозе (ГЗД). Со временем был осуществлен переход к расчету эффективной эквивалентной дозы (ЭЭД), позднее стала использоваться величина эффективной дозы (ЭД). Полученная информация по медицинскому облучению населения региона оформлялась в виде сборников с подробными данными в разрезе отдельных районов.

Для оценки радиационного риска при рентгенодиагностических процедурах используется величина эффек-

тивной дозы [1]. Вначале подсчет показателей частоты РЛП и ЭД от основных видов процедур проводился вручную, позже – с привлечением компьютерной техники. С организацией радиационно-гигиенической паспортизации методики по расчету медицинских доз централизованно унифицировались и упрощались.

На рисунках 1–3 отображены результаты мониторинга по числу РЛП и ЭД, причем эффективная доза представлена суммарной величиной как от всех РЛП, так и от основных видов исследований – флюорографии (ФЛ), рентгеноскопии (РС) и рентгенографии (РГ).

Внушительный объем данных за 50-летний период наблюдения позволяет объективно проанализировать динамику основных показателей медицинского облучения и дать оценку уровню облучения населения региона. В результате можно оценить развитие рентгенологической службы Кировской области, оптимизацию дозовых нагрузок и использование современного оборудования.

Анализ ЭД за полувековой период показывает тенденцию к снижению уровней облучения населения при заметном увеличении за последнее десятилетие показателя частоты РЛП (см. рис. 1–3).

При анализе рисунка 1 четко видны тенденции увеличения общего показателя частоты РЛП и ФЛ до 1983 г., затем понижение до 1990 г., незначительный рост до 2000 г. и несущественные колебания до настоящего времени. У рентгеноскопии показатель частоты РЛП за 50-летний период стабильно уменьшался с выходом в 2000 г. на постоянно низкий уровень. Частота рентгенографии с некоторыми отступлениями нарастала, увеличившись с 1990 г. вдвое и уверенно обогнал ФЛ с 2002 г.

Идентичные выводы можно сделать и по динамике суммарной эффективной дозы на одного жителя и дозы от ФЛ (см. рис. 2): рост и пик 1983 г., уменьшение до 1990 г., колебания 1990–2000 гг., но на временном отрезке, начиная с 2000 г. картина противоположная показателю частоты – дозы уверенно снижаются. Объективное объяснение этому – появление в лучевой диагностике малодозовых цифровых аппаратов для проведения ФЛ. ЭД за счет рентгенографии с 1961 г. медленно нарастает с резкими колебаниями в последние годы, и с 2008 г. она обгоняет лидера – флюорографию. ЭД от рентгеноскопии за весь период наблюдения уменьшались с небольшими повышениями в конце 1970-х и 1990-х гг.

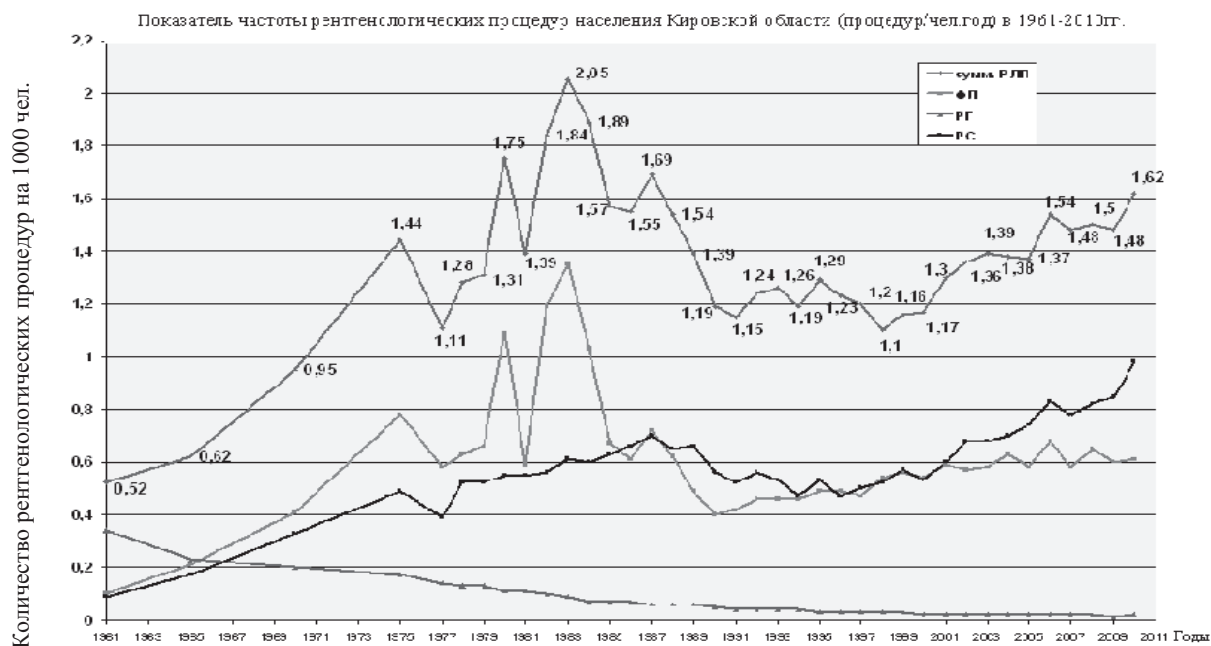


Рис. 1. Средняя частота рентгенологических процедур в лечебно-профилактических учреждениях Кировской области (процедур/чел.год) в 1961–2010 гг.

Эффективные дозы облучения от рентгенологических процедур населения Кировской области (мЗв/чел.год) в 1961–2010гг.

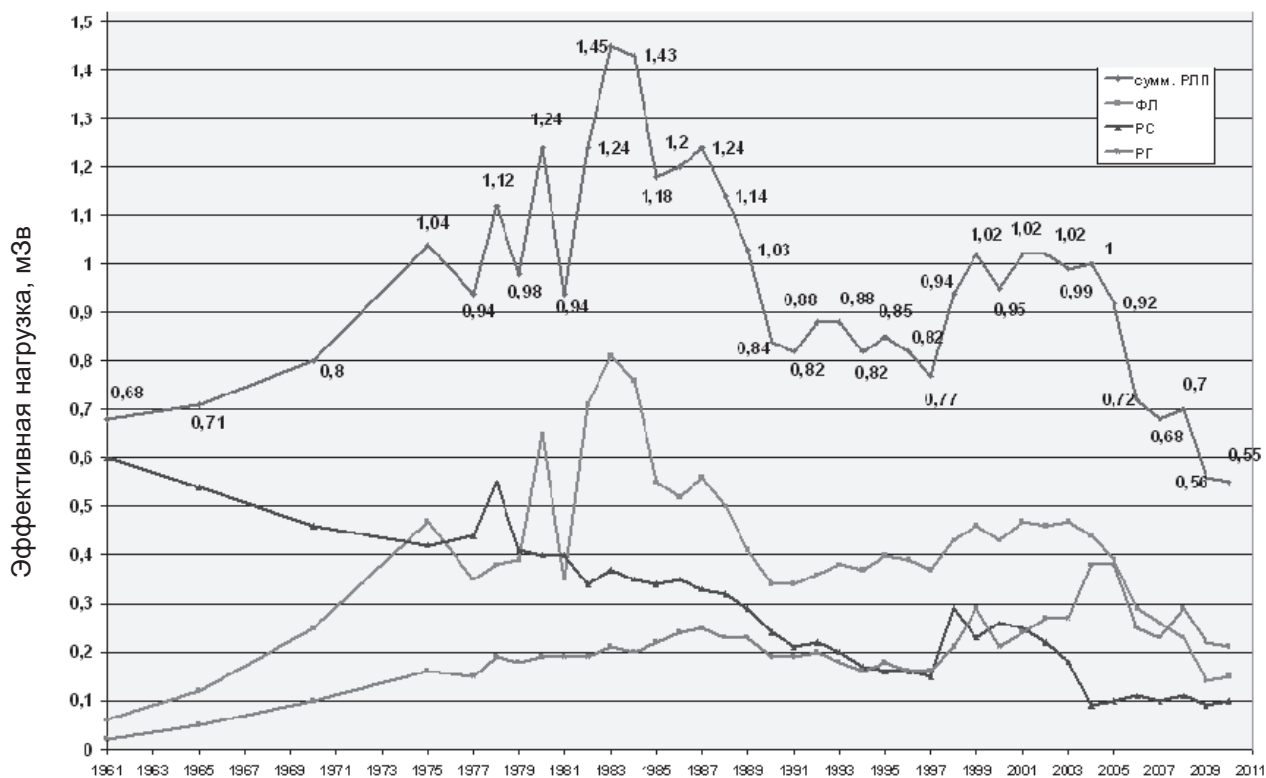


Рис. 2. Эффективные дозы облучения от рентгенологических процедур населения Кировской области (мЗв/чел.год) в 1961–2010 гг.

Вся описываемая ситуация наглядно подтверждена значениями коэффициентов корреляции между приведенными показателями (табл. 1).

Оценка структуры эффективной дозы по видам РЛП показывает, что основной вклад в суммарную дозу облуче-

ния дают флюорография и рентгенография, причем опережающий вклад рентгенографии заметно обозначился с 2008 г. Прослеживается прямая сильная корреляция между общей эффективной дозой и дозой от флюорографии ( $r=0,93$ ), между показателями частоты РЛП и ФЛ ( $r=0,88$ ),

Эффективные дозы и показатель частоты рентгенологических процедур населения Кировской области в 1961-2010 гг..

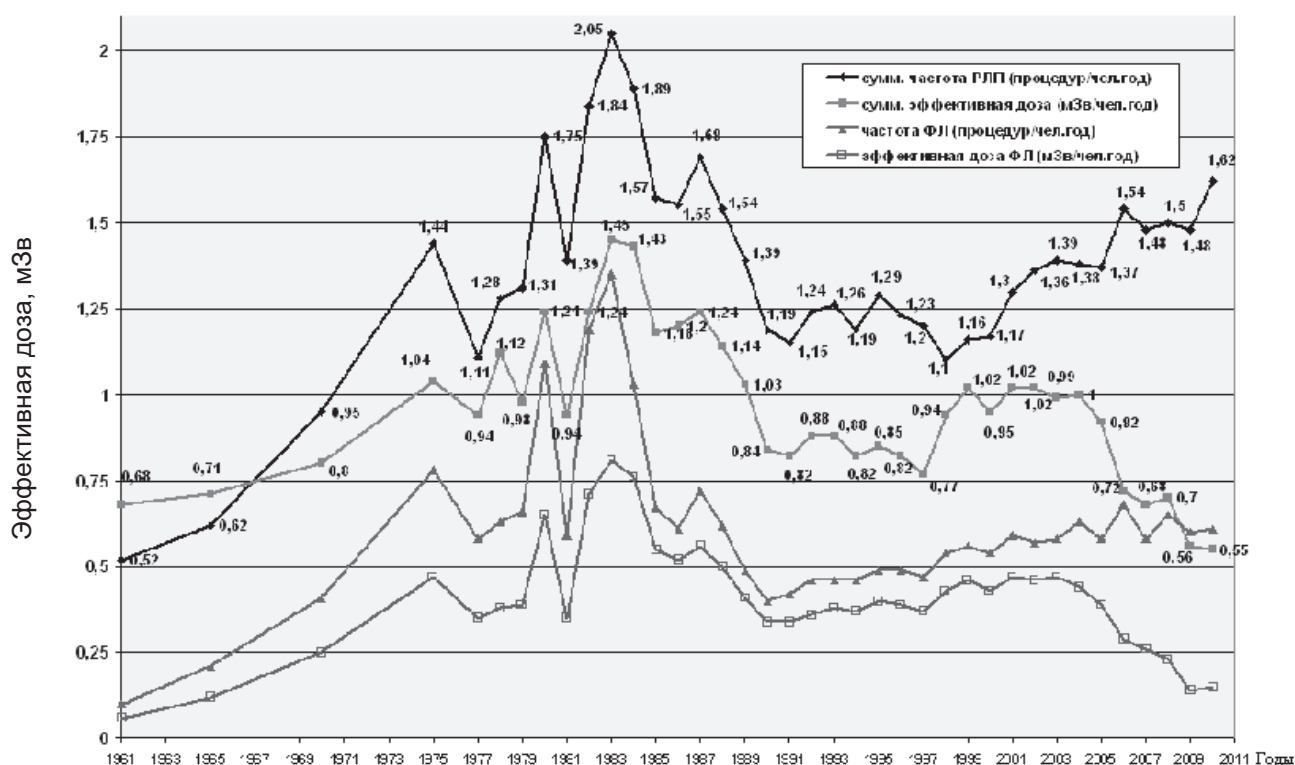


Рис. 3. Эффективные дозы и показатель частоты рентгенологических процедур населения Кировской области в 1961–2010 гг.

между показателем частоты ФЛ и дозой от ФЛ ( $K=0,80$ ), что еще раз доказывает дозообразующий вклад последней. Данный вывод подтверждается визуальным совпадением кривых (см. рис. 3). Наибольший показатель соотношения «частота – доза» у рентгеноскопии – 0,87.

Таблица 1  
Соотношения показателей частоты РЛП и величины их дозы

Показатели	Коэффициент корреляции, r ( $p \leq 0,05$ )
Частота РЛП с частотой ФЛ	0,88
Частота РЛП с частотой РС	-0,45
Частота РЛП с частотой РГ	0,69
Доза РЛП с дозой ФЛ	0,93
Доза РЛП с дозой РС	0,38
Доза РЛП с дозой РГ	0,22
Частота РЛП с дозой РЛП	0,59
Частота ФЛ с дозой ФЛ	0,80
Частота РС с дозой РС	0,87
Частота РГ с дозой РГ	0,77

ФЛ – флюорография, РГ – рентгенография, РС – рентгеноскопия

Конкретные данные за период 2004–2010 гг., полученные на основе обобщения сведений из радиационно-гигиенических паспортов и формы 3-ДОЗ медицинских учреждений о числе процедур и коллективных дозах облучения населения Кировской области за счет медицинских рентгенологических исследований, представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2  
Число проведенных медицинских диагностических рентгенологических процедур (тыс. процедур)

Год	Всего	ФЛ	РГ	РС	КТ	Прочие
2004	2035	937	1034	27	13	24
2005	1998	849	1083	30	9	27
2006	2220	983,4	1196	24	14	1,7
2007	2118	963	1118	22	14	1,4
2008	2117	914	1165	22	14	1,5
2009	2076	839	1196	19	19	2,7
2010	2257	842	1372	25	14	3,3

ФЛ – флюорография, РГ – рентгенография, РС – рентгеноскопия, КТ – компьютерная томография.

Таблица 3  
Коллективные дозы облучения пациентов за счет диагностических рентгенологических исследований (чел.-Зв)

Год	Всего	ФЛ	РГ	РС	КТ	Прочие
2004	1465	656	556	137	96	20
2005	1344	564	549	141	45	45
2006	1039	424	355	154	87	19
2007	969	376	333	149	97	16
2008	991	320	415	151	90	15
2009	784	195	302	132	111	44
2010	764	203	288	146	91	37

По данным Регионального банка данных, за период с 2004 по 2010 г. суммарное число рентгенологических процедур менялось незначительно. В то же время коллективная доза облучения пациентов снизилась более чем на 40%. Темп уменьшения дозы от ФЛ и РС можно описать соотношением 3:2, то есть доза от флюорографии снижалась быстрее.

Динамика средних индивидуальных доз медицинского облучения населения Кировской области за период 2004–2010 гг. представлена в таблице 4. Можно увидеть, что наблюдается снижение величин средних годовых доз медицинского облучения как в расчете на одного жителя, так и в расчете на одну процедуру.

Таблица 4

**Динамика изменения средних годовых доз медицинского облучения в 2004–2010 гг., мЗв/год**

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Сид, мЗв на человека	1,00	0,92	0,72	0,68	0,70	0,56	0,55
Сид, мЗв на процедуру	0,72	0,67	0,47	0,46	0,47	0,38	0,34

В таблицах 5 и 6 представлены средние годовые эффективные дозы облучения населения Кировской области по видам РЛП за 2004–2010 гг. в расчете на одного жителя и на одну процедуру соответственно. Положительным моментом является устойчивое снижение средних доз облучения для суммарной дозы, дозы от ФЛ и РГ, что связано с внедрением цифровой техники, усилителей изображений, постепенным вытеснением старого оборудования.

Таблица 5

**Средние дозы медицинского облучения населения в расчете на одного жителя за счет медицинских исследований (мЗв на жителя)**

Год	Всего	ФЛ	РГ	РС	КТ	Прочие
2004	1,00	0,44	0,38	0,09	0,07	0,02
2005	0,92	0,39	0,38	0,10	0,03	0,02
2006	0,72	0,29	0,25	0,11	0,06	0,01
2007	0,68	0,26	0,23	0,10	0,07	0,02
2008	0,70	0,23	0,29	0,11	0,06	0,01
2009	0,56	0,14	0,22	0,09	0,08	0,03
2010	0,55	0,15	0,21	0,10	0,06	0,03

Таблица 6

**Средние дозы медицинского облучения населения в расчете на одну процедуру за счет медицинских исследований (мЗв на одну процедуру)**

Год	Всего	ФЛ	РГ	РС	КТ	Прочие
2004	0,72	0,70	0,54	5,07	7,38	1,00
2005	0,67	0,66	0,51	4,70	5,00	1,74
2006	0,47	0,43	0,30	6,29	6,26	11,19
2007	0,46	0,39	0,30	6,91	6,84	11,03
2008	0,47	0,35	0,36	6,86	6,50	10,36
2009	0,38	0,23	0,25	6,95	5,84	16,3
2010	0,34	0,24	0,21	5,84	6,50	11,2

Коллективная доза облучения населения Кировской области за счет диагностического использования медицинских источников ионизирующего излучения в 2010 г. составила 764 чел.-Зв, что соответствует средней дозе на одного жителя области 0,55 мЗв в год и средней дозе на одну рентгенологическую процедуру 0,34 мЗв. По России аналогичные данные соответствуют – 0,57 мЗв в год на одного жителя и средней дозе 0,35 мЗв на процедуру. В среднем на 1 жителя региона за этот период проведено 1,5 медицинских процедуры, при среднем по России – 1,6. В таблице 7 представлены относительные вклады различных видов медицинских рентгенологических исследований в дозу медицинского облучения.

Таблица 7

**Вклад различных видов рентгенологических исследований в дозу медицинского облучения населения, %**

Год	ФЛ	РГ	РС	КТ	Прочие
2004	44,7	37,8	9,3	6,5	1,7
2005	41,9	40,8	10,5	3,4	3,4
2006	40,8	34,4	14,8	8,3	1,9
2007	38,8	34,3	15,4	10,0	1,6
2008	32,3	41,8	15,2	9,2	1,5
2009	24,9	38,5	16,8	14,2	5,6
2010	26,6	37,7	19,1	11,9	4,7

Наибольший вклад в коллективную дозу медицинского облучения населения Кировской области в 2004–2010 гг. вносят рентгенография (от 34% до 42%) и флюорография (от 25% до 45%), с заметной тенденцией уменьшения с 2008 г. дозового вклада флюорографии. В таблицах 8 и 9 и рисунке 4 представлены годовые коллективные и индивидуальные дозы облучения населения Кировской области за счет разных источников ионизирующего излучения (ИИИ) и их вклады за 2004–2010 г.

Таблица 8

**Вклад различных источников в годовую эффективную дозу облучения населения Кировской области**

Год	Эксплуатация ИИИ	Техногенный фон	Природные источники	Медицинские источники
2004	0,01	0,13	76,0	23,8
2005	0,01	0,12	78,6	22,3
2006	0,01	0,13	81,0	19,0
2007	0,01	0,13	82,4	17,4
2008	0,01	0,12	82,8	17,0
2009	0,01	0,14	84,3	15,6
2010	0,01	0,14	84,4	15,5

Таким образом, представлена информация по медицинскому облучению населения Кировской области за 50 лет. Она характеризуется снижением радиационного воздействия на пациентов и население. В последние годы прослеживается устойчивая тенденция снижения уровня облучения населения при заметном увеличении показателя частоты рентгенологических процедур.

Полученные данные позволяют объективно оценить динамику дозовых нагрузок на население от основных рентгенологических исследований за длительный период и строить надежную систему радиационной защиты пациентов при медицинском диагностическом облучении.

Годовые эффективные коллективные дозы (КД) и средние индивидуальные дозы (ИД) облучения населения Кировской области за счет различных источников ионизирующего излучения и их вклады

Год	Природные источники			Медицинские источники			Техногенный фон*		Эксплуатация ИИИ		Всего	
	КД чел.-Зв	ИД мЗв	вклад %	КД чел.-Зв	ИД мЗв	вклад %	КД чел.-Зв	вклад %	КД чел.-Зв	вклад %	КД чел.-Зв	ИД мЗв
2004	4675	3,2	76,0	1465	1,00	23,8	7,4	0,13	0,54	0,01	6148	4,2
2005	4662	3,2	78,6	1344	0,92	22,3	7,3	0,12	0,56	0,01	6014	4,1
2006	4433	3,1	81,0	1039	0,72	19,0	7,2	0,13	0,55	0,01	5480	3,9
2007	4584	3,2	82,5	969	0,68	17,4	7,1	0,13	0,73	0,01	5559	3,9
2008	4813	3,4	82,8	991	0,70	17,0	7,1	0,12	0,68	0,01	5811	4,1
2009	4241	3,0	84,3	784	0,56	15,6	7,0	0,14	0,65	0,01	5032	3,6
2010	4173	3,0	84,4	764	0,55	15,5	7,0	0,14	0,63	0,01	4945	3,6

\* – годовая средняя индивидуальная доза от техногенного фона 5 мкЗв.

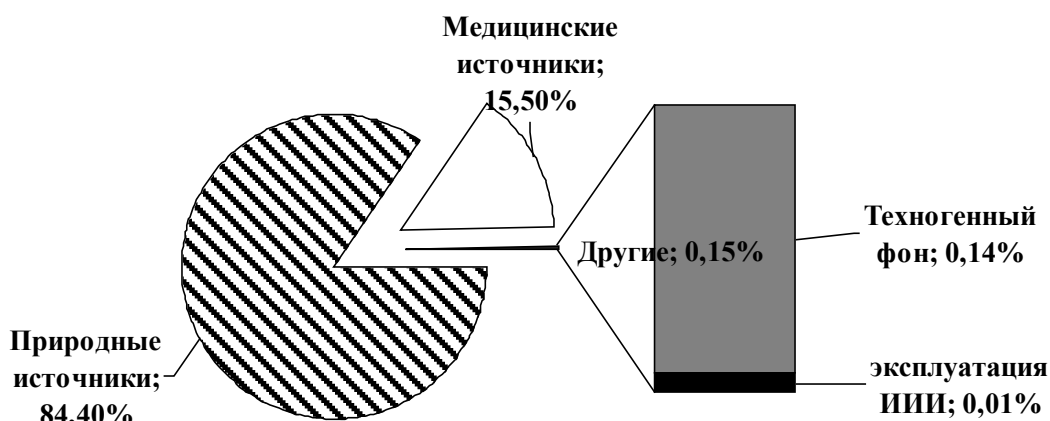


Рис. 4. Вклад в среднюю годовую эффективную дозу облучения жителей Кировской области в 2010 г. за счет основных источников облучения

**Литература**

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99/2009): Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.6.1.2523-09): утв. и введ. в действие от 01 сентября 2009 г. взамен СанПиН 2.6.1.758-99. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): СП 2.6.1.2612-10): зарегистрирован 11 августа 2010 г. Регистрационный № 18115. –М.: Минюст России, 2010. – 82 с.
3. Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации за 2010 г. – М., 2010.
4. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2010 г. – СПб., 2011.
5. СанПиН 2.6.1.1192-03 Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований: Санитарные правила и нормативы. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 76 с.

**B.N. Skolotnev<sup>1</sup>, L.A. Chirkova<sup>2</sup>, D.D. Sorokin<sup>2</sup>**

**Monitoring of exposure radiation doses loads from medical exposure to population of the Kirov region**

<sup>1</sup> Administration of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being in Kirov region, Kirov

<sup>2</sup> Federal Health Organization «Center for Hygiene and Epidemiology in Kirov Region», Kirov

Abstract. *The paper analyzes medical exposure to population of the Kirov region during the period of 50 years (1961–2011) from the main types of X-ray procedures. Steady reduction trend of exposure levels to population with increase of X-ray surveys frequency has been found.*

Key words: *medical exposure, fluorography, radiography, X-ray procedure, effective dose, population.*

Б.Н. Сколотнев  
Тел.: (8332) 40-67-10  
E-mail: radlab@sanepid.ru

Поступила: 02.04.2012 г.