

Сравнительная оценка доз облучения персонала в России и за рубежом

А.Ю. Медведев

ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

В статье дана сравнительная оценка уровней профессионального облучения в России и соответствующих доз облучения персонала в некоторых зарубежных странах. Сопоставление средних доз выполнено на уровне стран и отдельных профессий: медицинская сестра, рентгенолаборант, дефектоскопист. Для анализа использованы данные Единой системы контроля и учета индивидуальных доз, Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации, Национального дозового реестра Канады, Федерального офиса радиационной защиты Германии, Норвежского управления по радиационной защите. Обсуждаются вопросы эффективности функционирования системы контроля и учета доз, а также причины более высоких уровней профессионального облучения в России. Предложены возможные пути совершенствования учета доз по формам федерального государственного статистического наблюдения 1-ДОЗ.

Ключевые слова: персонал группы А, индивидуальные дозы облучения, профессиональные группы, профессиональное облучение, минимальный уровень регистрации, ЕСКИД, 1-ДОЗ.

Введение

Активное развитие и использование ядерных технологий в мире, рост производства электроэнергии на АЭС, а также расширение использования радиоактивных источников в промышленности и медицине приводят к тому, что все большее число людей подвергается профессиональному облучению [2]. Для того чтобы обеспечить безопасные условия работы персонала и выработку оптимальных направлений дальнейшего совершенствования радиационной безопасности необходимо знать закономерности формирования индивидуальных доз (ИД) как на региональном уровне, так и в масштабах страны [3]. Для решения вопросов обеспечения радиационной безопасности людей, работающих с источниками ионизирующего излучения (ИИИ), в соответствии с законом «О радиационной безопасности населения» [4] и положения [5], была создана Единая система контроля и учета индивидуальных доз (ЕСКИД) по форме федерального государственного статистического наблюдения №1-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений». Система позволяет на объектовом, региональном и федеральном уровнях обобщать и анализировать данные о дозах облучения персонала в зависимости от пола, возраста, профессии, в динамике за годы наблюдения. Однако ответить на вопрос, насколько достоверна информация, получаемая в ее рамках, можно лишь путем сопоставления данных, полученных из других источников. Сравнение можно провести путем сопоставления данных ЕСКИД либо с достоверными научными данными индивидуального дозиметрического контроля (ИДК), либо с данными, полученными из литературных источников других стран. В настоящей работе проводится сопоставление данных ЕСКИД с данными по дозам облучения персонала в других странах.

Учет доз облучения персонала производится практически во всех странах мира. Наибольший интерес в плане

сравнения общегосударственных систем учета доз представляют наиболее развитые страны, такие как Германия, Великобритания, Канада и др. В Канаде учет, хранение, обобщение и анализ индивидуальных доз облучения персонала ведется на протяжении многих лет. На основании данных Национального дозового регистра Канады и медицинских данных проводятся исследования влияния низких уровней ионизирующего излучения на здоровье представителей профессиональных групп [10, 11]. В Великобритании проводится аналогичная работа и также оценивается влияние накопленных индивидуальных доз на здоровье людей [12]. Таким образом, одним из конечных результатов накопления данных ИДК в этих странах является выявление влияния малых доз и расчет рисков, которым подвергается персонал.

Совокупность результатов, получаемых в рамках ЕСКИД по дозам облучения персонала в России, на данном этапе вряд ли отвечает необходимым требованиям точности с точки зрения использования этих данных в эпидемиологии. В то же время данные, которые поступают и хранятся в Федеральном банке данных 1-ДОЗ, несомненно, являются полезными как в плане контроля доз облучения персонала на уровне страны, так и в плане оптимизации функционирования ЕСКИД.

Из опубликованных разными странами информационных материалов следует, что анализ доз включает сопоставление средних индивидуальных доз на уровне страны, на уровне отдельных отраслей и на уровне отдельных профессиональных групп [13, 14, 15], что позволяет выявлять наиболее облучаемые профессиональные группы и целенаправленно решать вопросы обеспечения радиационной безопасности. В России в информационных справочниках [1] за 2008 и 2009 гг. были также приведены несколько типов профессий, но систематического отображения и анализа наиболее облучаемых групп профессий пока не проводилось.

Еще одно отличие в обработке данных ИДК в России и мире заключается в правилах учета минимального уровня регистрации (МУР) измеренных доз. В таблице 1 приведены МУР разных стран по данным отчета Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН) [16].

Таблица 1

Минимальный уровень регистрации (МУР) в некоторых странах по данным НКДАР ООН (2000)

Страна	Профессиональное облучение	МУР, мЗв	Доза D, заносимая в регистр при $D < \text{МУР}$, мЗв
Канада	Все	0,2	0
Германия	Все (кроме горнодобывающих)	0,1	0
Великобритания	Все	0,1	0

Как видно из таблицы 1, все данные, которые ниже МУР, в этих странах приравниваются к нулю. Такая регистрация записей об оценках дозы предусмотрена документом Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) [6]. Наличие МУР позволяет выделить часть персонала с более высокими дозами, которые достоверно отличаются от нуля. Кроме того, это дает возможность рассчитывать так называемую среднюю положительную дозу именно для этой части персонала, в отличие от средней дозы, которая рассчитывается на весь персонал, включая лиц, индивидуальные дозы которых приравнены нулю. Очевидно, что при расчете средней положительной дозы облучения персонала значения будут выше, чем при вычислении средней дозы, включающей нулевые значения.

В России, в соответствии с действующими методическими документами [7, 8, 9], индивидуальная доза должна рассчитываться по разнице показаний носимого и фонового дозиметров, учет величины МУР также предусмотрен. Однако предстоит еще выяснить, насколько предписанные требования выполняются на практике.

Таким образом, проведение анализа и сравнения доз профессионального облучения по данным 1-ДОЗ и данных зарубежных стран позволит выявить возможные недостатки в системе учета и анализа данных индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) в России и выработать направления в совершенствовании этой системы.

Цель исследования

Сравнить дозы облучения отдельных профессиональных групп в России и в развитых странах мира, а также обозначить достоверность данных, получаемых в рамках ЕСКИД, и наметить пути повышения качества поступающей информации.

Материалы и методы

Для сравнения уровней профессионального облучения были выбраны следующие страны: Россия, Канада, Германия, Норвегия, Великобритания, Швеция.

Для анализа и сопоставления средних доз облучения персонала привлекались следующие источники информации, опубликованные в информационных справочниках и на сайтах соответствующих организаций:

- данные Единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) по форме № 1-ДОЗ, «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений», персонал группы А с учетом всех значений индивидуальных доз, включая нулевые величины;
 - отчет Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) за 2000 г. (данные за период 1975–1994 гг.);
 - отчеты Европейской программы оценки доз профессионального облучения (ESOREX) за период 1995–2004 гг.;
 - данные национального дозового регистра Канады за 2007 г.;
 - данные Федерального офиса радиационной защиты Германии, отчеты (BFS) за 2007, 2008 гг.;
 - данные Норвежского управления по радиационной защите (NRPA) за 2005 г.
- Все значения доз представлены в единицах эффективной дозы – миллизивертах (мЗв).

Результаты и обсуждение

На основании проведенного исследования было установлено, что дозы профессионального облучения в России и мире (по данным формы 1-ДОЗ [1] и отчета НКДАР ООН [16]) отличаются, причем, как мы видим из рисунка 1, уровни профессионального облучения в мире постоянно снижались с 1,90 мЗв (1975–1979 гг.) до 0,60 мЗв (1990–1994 гг.), тогда как в России средняя доза за период 2004–2008 гг. составила 1,25 мЗв/год, то есть в 2 раза выше среднего мирового уровня 1990–1994 гг.

Анализ динамики доз облучения персонала по отдельным странам представлен на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что в развитых странах мира и в России наблюдается тенденция к снижению доз профессионального облучения. Однако в России уровни облучения персонала существенно превышают уровни в Канаде, Германии и других представленных на рисунке 2 стран.

Таким образом, из сопоставления средних доз облучения персонала России с данными в целом по миру и с данными по отдельным странам следует, что существуют некие причины, по которым дозы облучения в России выше. Такими причинами могут быть следующие:

- объективные факторы, связанные с применением менее эффективных средств защиты, использованием устаревшего оборудования и др.;
- различие в методиках учета данных (МУР, учета фоновых значений, расчета основных параметров ИД и др.);
- ошибки или недостоверность данных, представленных в формах 1-ДОЗ.

В этой статье затрагиваются только причины, связанные с различными методиками учета данных, а именно – влияние МУР на величину средней дозы облучения персонала.

Рассмотрим, какая доля персонала разных стран имеет нулевые значения доз. На рисунке 3 показана доля нулевых значений доз в Канаде, Германии, Норвегии и России. В России доля нулевых доз не превышает 10% и с 2004 г. имеет тенденцию снижения, тогда как доля нулевых доз в названных выше странах достигает 80%. Таким образом, незначительный вклад нулевых доз в России и значительный вклад в других странах может существенно влиять на величину средней дозы.

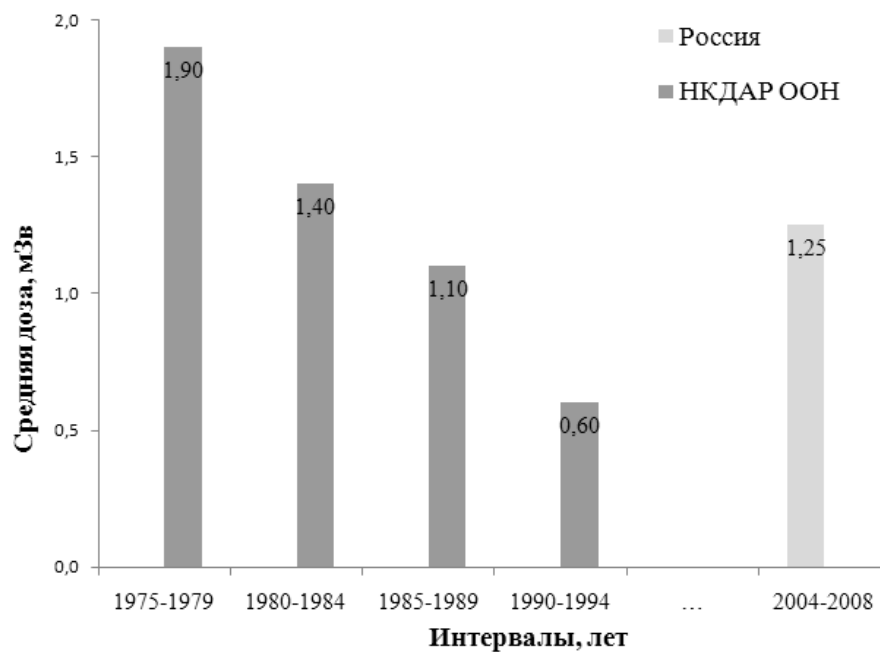


Рис. 1. Сравнение средних доз профессионального облучения в России и в мире по данным 1-ДОЗ и НКДАР ООН

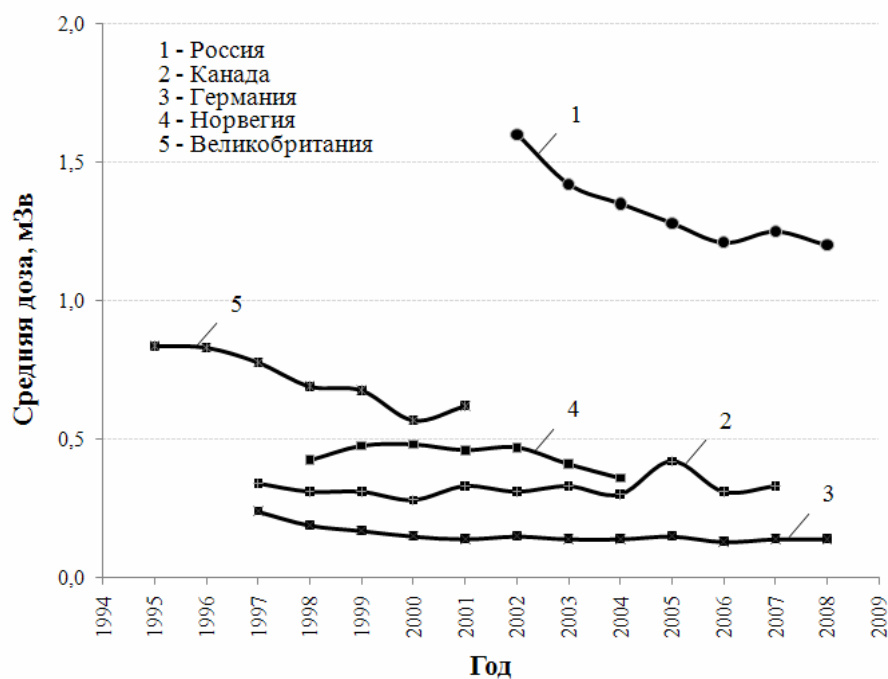


Рис. 2. Сравнение средних доз профессионального облучения в России и странах мира по данным 1-ДОЗ, ESOREX и отчетов стран. Для Норвегии данные с 1999 по 2002 гг. из ESOREX, с 2003 по 2004 гг. – из отчета Rapport 2005:16 [9]; для Германии из отчета [10]

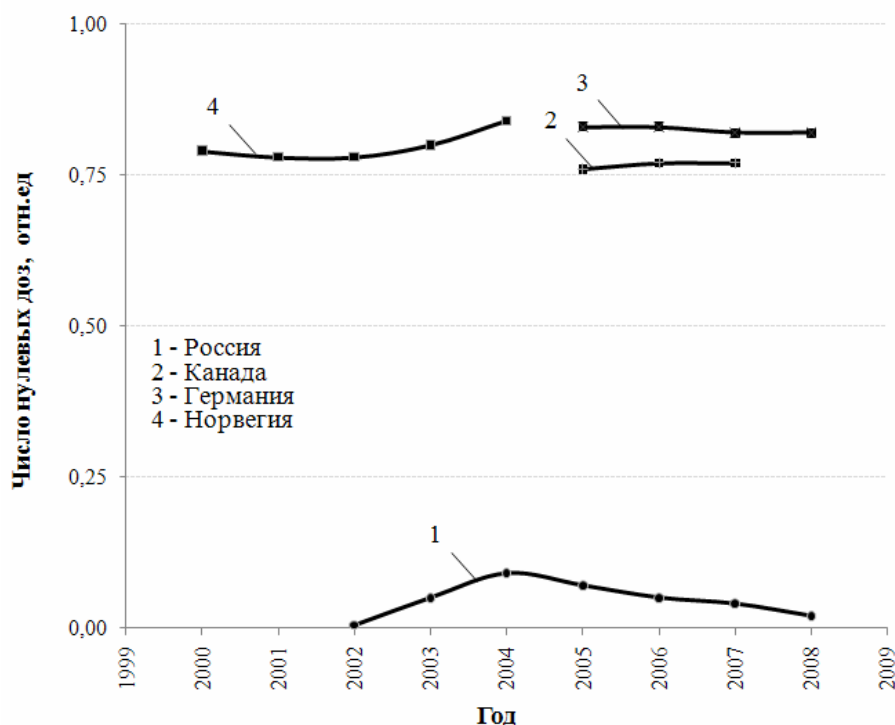


Рис. 3. Сравнение относительного числа значений нулевых доз персонала в России и странах мира

Важный практический смысл показателя МУР состоит в том, что он позволяет выделить из общей численности персонала лиц с достоверно более высокими дозами облучения.

При оценке вклада числа персонала с нулевыми дозами по 1-ДОЗ исходили из того, что МУР по России равен 0,4 мЗв в год (0,1 мЗв за квартал — оценочный уровень чувствительности детекторов). Все значения индивидуальных доз, лежащие ниже этого уровня, были приравнены к нулю. После этого была пересчитана численность персонала и средние индивидуальные дозы.

На рисунке 4 представлено сравнение относительного числа значений нулевых доз персонала в России и странах мира с учетом МУР.

Из рисунка 4 видим, что процент числа персонала с нулевыми дозами вырос в России до 25%.

Результаты сравнения средних доз без учета МУР и с учетом МУР приведены в таблице 3. Как видно, значения средних доз снизились на 2–3% с введением величины МУР, равной 0,4 мЗв. Эта добавка незначительна, и, скорее всего, есть более существенные факторы, которые влияют на расчет средних доз при учете данных ИДК.

Несмотря на то, что нет существенного изменения средней дозы при учете МУР (по расчету), такой уровень обязательно должен быть определен и использоваться при проведении ИДК, причем учет этого уровня должен проводиться только после вычитания фоновых значений. Также считаем целесообразным введение двух отчетных граф средних доз:

- средняя доза (учитываются и нулевые индивидуальные дозы);
- средняя положительная доза (не учитываются нулевые дозы).

Следующим этапом данной работы было сопоставление и анализ доз облучения конкретных профессиональных групп. Для сопоставления были выбраны: медсестры, рентгенолаборанты и дефектоскописты.

В таблице 4 приведены основные характеристики распределений доз для перечисленных выше профессий по данным ЕСКИД за 2008 г.

Результаты сравнения доз облучения по отдельным группам профессий в динамике за отдельные годы представлены на рисунке 5.

Из данных рисунка 5 видно, что дозы облучения у медсестер в России лежат выше уровня 1,2 мЗв. В то же время можно заметить, что дозы облучения рентгенолаборантов выше 0,9 мЗв. В зарубежных странах дозы тех же профессиональных групп не превышают уровень 0,4 мЗв. Таким образом, для медсестер в России дозы выше в 3 раза, для рентгенолаборантов — в 2 раза, чем таковые в сравниваемых странах. При рассмотрении следующей профессиональной группы — промышленных дефектоскопистов — видно, что дозы облучения в России лежат выше 2 мЗв и сопоставимы с дозами облучения в Канаде, но в то же время в 2 раза выше, чем дозы облучения в Швеции и Норвегии.

Из всего вышеизложенного следует, что и при более детальном рассмотрении, то есть на уровне профессий, дозы облучения персонала по форме 1-ДОЗ в России выше в 2–3 раза, чем в других развитых странах.

На основании проведенного исследования установлено, что дозы облучения персонала России выше среднемировых значений примерно в 2 раза и составили в 2004–2008 гг. величину 1,25 мЗв. Более детальный анализ средних доз для отдельных профессиональных групп показал аналогичную картину.

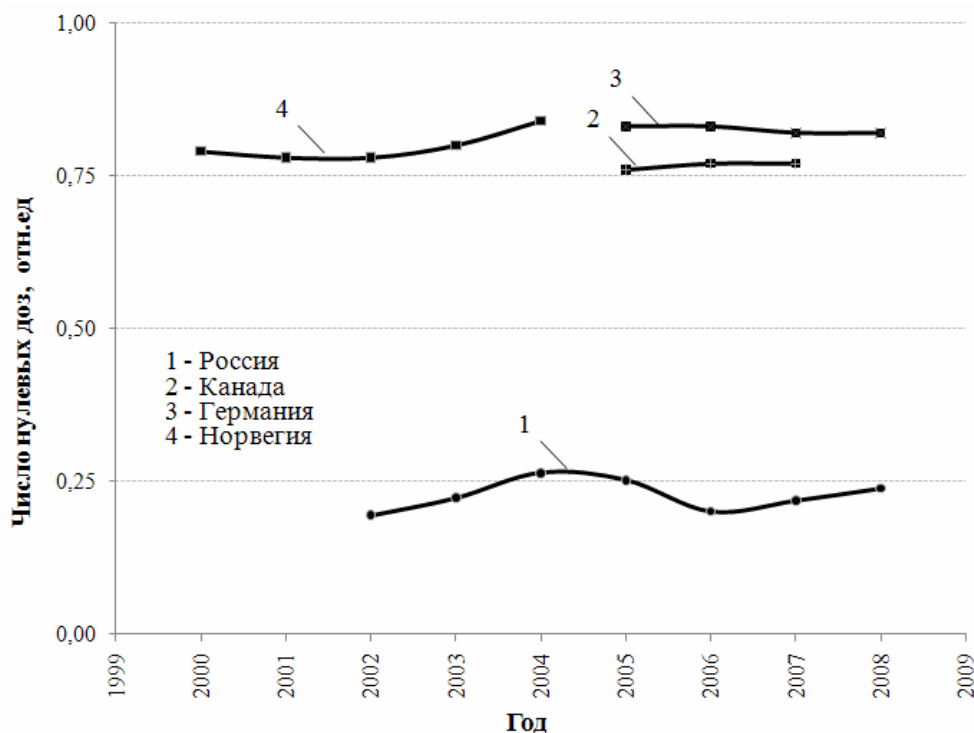


Рис. 4. Сравнение относительного числа значений нулевых доз персонала в России (с учетом МУР) и странах мира

Таблица 3
Средняя доза (СД) в России без учета и с учетом МУР = 0,4 мЗв

Параметр	2004	2005	2006	2007	2008
СД (без учета МУР), мЗв	1,35	1,28	1,21	1,25	1,20
СД (с учетом МУР), мЗв*	1,31	1,24	1,19	1,21	1,16
Разница, %	3	3,1	1,7	3,2	3,3

* Средняя доза (с учетом МУР=0,4) означает, что были выбраны все индивидуальные дозы < 0,4 мЗв и приравнены к нулю, а затем рассчитано среднее значение за год.

Таблица 4
Основные параметры доз облучения медицинских сестер, рентгенолаборантов и дефектоскопистов в России по данным ЕСКИД за 2008 г.

Профессия (должность)	Численность, чел.	\bar{D} , мЗв	σ , мЗв
Медсестра	2120	1,36	1,38
Рентгенолаборант	29007	1,02	0,97
Дефектоскопист	6802	2,33	2,88

\bar{D} – среднее арифметическое; σ – стандартное отклонение.

Из сопоставления систем учета доз в России и в экономически развитых странах следует, что в последних широко используется минимальный уровень регистрации, ниже которого все значения регистрируются как нулевые.

В России в качестве дозы регистрируется любое значение, превышающее показания так называемых фоновых дозиметров.

Во многих странах мира, таких как Канада, Германия, Норвегия, количество человек с нулевыми дозами составляет 75% и более от общего числа персонала. В России процент нулевых значений доз не превышает 10%. Но даже если все значения доз, которые ниже достаточно высокого минимально детектируемого уровня регистрации 0,4 мЗв в год приравнять к нулю, то процент «нулевых» доз не превысит 25%, а средние значения доз (с учетом нулевых) изменятся незначительно. Таким образом, можно сделать вывод о том, что существуют иные причины более высоких доз облучения персонала по сравнению с развитыми странами.

Одним из недостатков существующей системы учета доз облучения персонала является отсутствие программы повышения качества данных. На сегодняшний день нет возможности ответить на вопрос, насколько достоверными являются данные, представляемые в формах федерального государственного статистического наблюдения 1-ДОЗ. Вместе с тем, существование такой системы является, безусловно, важным в системе обеспечения радиационной безопасности.

Полезным опытом, полученным при анализе систем учета доз в других странах, является введение минимального уровня регистрации, который позволил бы отделить достоверные дозы от недостоверных. Достоверные дозы могли бы стать основой для эпидемиологических наблюдений за состоянием здоровья персонала. В то же время без контроля качества данных использование их в эпидемиологических исследованиях затруднительно.

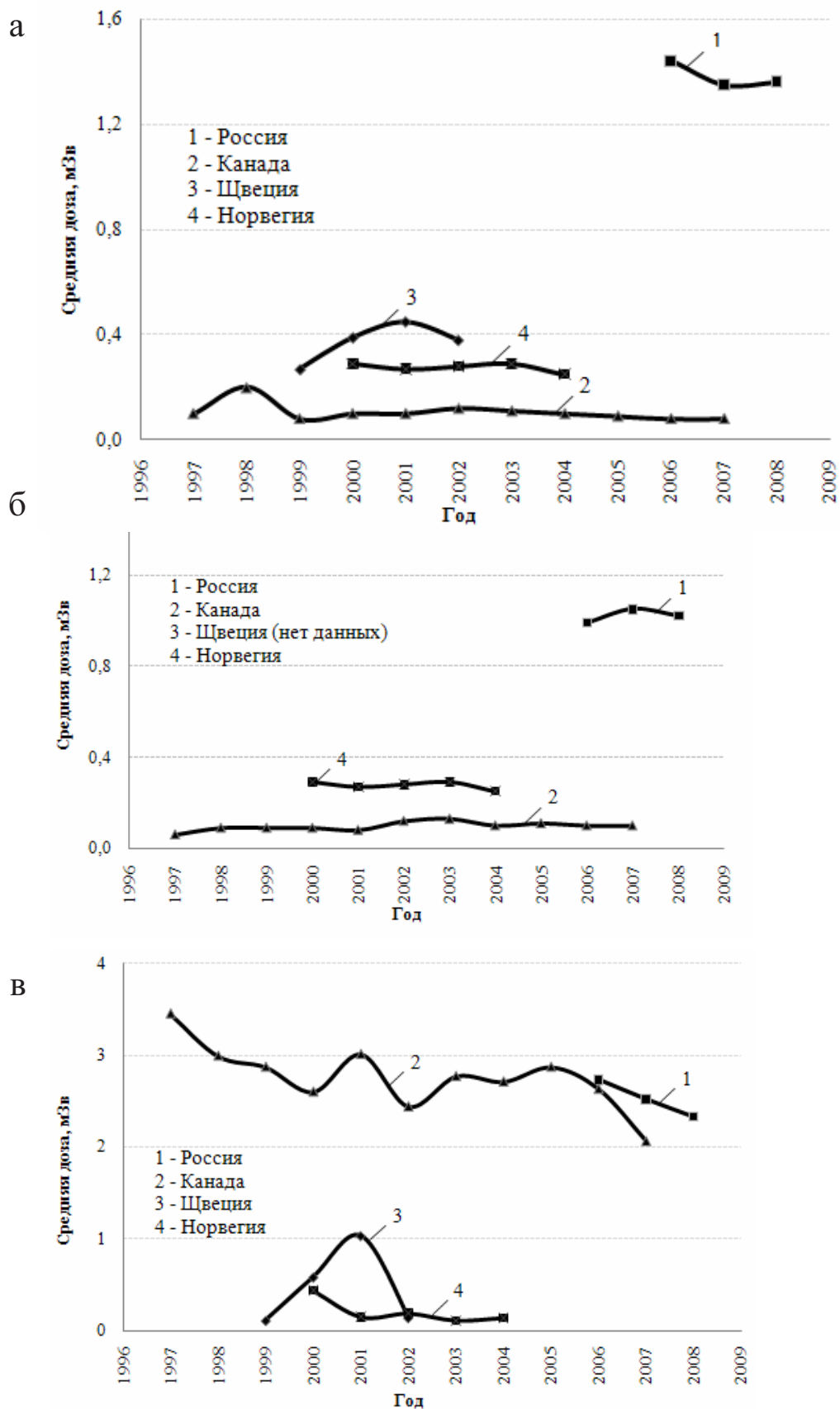


Рис. 5. Средние индивидуальные дозы в России и странах мира: а – медсестра; б – рентгенолаборант; в – дефектоскопист

Литература

1. Барковский, А.Н. «Дозы облучения населения Российской Федерации в 2003–2004 гг.»: информационный сборник / А.Н. Барковский [и др.]. – СПб, 2009.
2. Обзор ядерной безопасности за 2007 г. // IAEA/NSR/2007. – Австрия: МАГАТЭ, 2008.
3. Радиационная гигиена, ЕСКИД и радиационно-гигиеническая паспортизация: итоги функционирования единой системы контроля индивидуальных доз за 2008 г. – Т. 2, № 4. – С. 46–67.
4. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон №3-ФЗ от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения» (с изменениями от 22 августа 2004 г., 23 июля 2008 г.): принят Государственной Думой 5 декабря 1995 г.: статья 18. Контроль и учет индивидуальных доз облучения.
5. Положение о единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан: утв. приказом Минздрава РФ от 31 июля 2000 г. № 298.
6. Серия норм безопасности (№ RG-G-1.1) «Радиационная защита при профессиональном облучении руководство по безопасности». – Вена: Международное агентство по атомной энергии, 1999.
7. Руководство по организации и проведению индивидуального дозиметрического контроля (№2925-83). – Минздрав СССР, 1983.
8. Методические рекомендации «Проведение централизованного индивидуального дозиметрического контроля за внешним облучением персонала» (МР 01-19/91-17): утв. Госкомсанэпиднадзор России от 01.11.95
9. Методические указания «Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля персонала медицинских учреждений» (МУ 2.6.1.2118-06). – М.: Роспотребнадзор, 2006.
10. Sont, W. N. First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada / W. N. Sont [et al.] // American Journal of Epidemiology. – V. 153, №. 4. – P. 309–318.
11. Zielinski, Jan M. Low dose ionizing radiation exposure and cardiovascular disease mortality: cohort study based on canadian national dose registry of radiation workers / Jan M. Zielinski [et al.]. // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. – 2009. – V. 22(1). – P. 27–333.
12. Muirhead, C.R. Third analysis of the National Registry for Radiation Workers: Occupational Exposure to Ionising Radiation in Relation to Mortality and Cancer Incidence // C.R. Muirhead [et al.] // HPA-RPD-062. – December 2009.
13. 2008 Report on Occupational Radiation Exposures in Canada, published by authority of the Minister of Health, Her Majesty the Queen in Right of Canada, represented by the Minister of Health, 2009. – HC Pub.: 5923, Cat.: H128-1/09-581E.
14. Paulsen, G.U. Er rapport fra persondosimetritjenesten ved Statens stralevern 2004 / G.U. Paulsen // Gudrun Uthaug Paulsen, Tonje Sekse, Anders Widmark: Stralevern Rapport 2005:16, Statens stralevern. – Norwegian Radiation Protection Authority. – Postboks 55 N-1332. – Osteras, 2005.
15. Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung Jahresbericht 2008, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). – Dezember 2009.
16. Annex, E. Occupational radiation exposures: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) to the General Assembly / E. Annex // Sources and effects of ionizing radiation. –2000 – V. I. – 158 p.

A.Yu. Medvedev

Comparative assessment of occupational radiation exposure to individuals in Russia and abroad

Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract. *The article provides a comparative assessment of exposure levels of the staff from selected occupational groups in Russia and the respective doses reported for the personnel in some foreign countries. The comparison of the average doses was performed at on a country level and with respect of the job category: nurse, radiographer, industrial radiographer. The analysis involved some relevant data according to the Integrated State System for Doses Control and Registration, the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, the National Dose Registry of Canada, the Federal Office for Radiation Protection of Germany, the Norwegian Radiation Protection Authority. The system for monitoring and registration of individual doses, and the reasons for higher levels of occupational exposure in Russia are discussed. Some recommendations on improving registration of occupational radiation exposure to individuals in forms of Federal Statistical Observation are given.*

Key words: *category A personnel, individual exposure doses, job categories, occupational radiation exposure, the minimum level of registration, Integrated System of Monitoring and Registration of Individual Doses in Russia.*

Поступила: 24.05.2010 г.

А. Ю. Медведев

E-mail: AYuMedvedev@mail.ru