

Ю. В. Висенберг¹, Н. Г. Власова², И. В. Веялкин²,
В. Н. Бортновский¹ Л. С. Федорущенко²

ОБЛУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, РАБОТАЮЩЕГО С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель,
Республика Беларусь¹,

ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины
и экологии человека», г. Гомель, Республика Беларусь²

Цель. Провести анализ статистической информации, содержащейся в Государственном дозиметрическом регистре, представленной по форме статистической отчётности № 1-ДОЗ организациями Республики Беларусь, использующими источники ионизирующего излучения для медицинских, промышленных, образовательных или других целей, за период с 2000 по 2017 годы.

Материалы и методы. Материалами исследования служили «База данных доз облучения персонала организаций Республики Беларусь в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений», данные Государственного дозиметрического регистра за 2010–2017 гг., включающие сведения о количестве учреждений, использующих источники ионизирующего излучения, численности персонала и индивидуальных годовых эффективных дозах персонала.

Государственный дозиметрический регистр представляет собой основной инструмент для обеспечения адекватного проведения исследований. В нём предусмотрено проведение статистического анализа поступающей информации по всем формам статистической отчётности. Статистический анализ данных проводился с использованием СУБД Microsoft Access и программного пакета SQL Server Management Studio 2014. Кроме того, были использованы традиционные методы статистического анализа, который проводился с использованием пакета прикладных программ MS Excel 2010.

Результаты. Проведенный анализ показал, что количество учреждений, использующих ИИИ, за период с 2000 по 2017 годы существенно возросло, в 1,4 раза, причем, в основном за счёт медицинских учреждений, количество которых увеличилось в 1,7 раза. Численность персонала медучреждений увеличилась в 1,6 раза, а численность персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений увеличилась лишь в 1,4 раза. Средняя годовая эффективная доза внешнего облучения персонала медицинских учреждений снизилась в 2,2 раза, а средняя годовая эффективная доза внешнего облучения персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений снизилась в 4,3 раза.

В то время как численность персонала медучреждений в среднем почти в 2,5 раза выше, чем персонала промышленных и прочих учреждений, средние дозы его облучения ниже в 1,6 раза.

Дозы облучения персонала на протяжении 18 лет достаточно низки и составляют в среднем 1,45 мЗв в год, что ниже предела дозы в 14 раз. Причем, основной вклад в дозу техногенного облучения персонала вносят работники промышленных, образовательных и прочих учреждений.

Заключение. Дозы облучения персонала на протяжении 18 лет достаточно низки и составляют в среднем 1,45 мЗв в год, что ниже предела дозы в 14 раз. Причем, основной вклад в дозу техногенного облучения персонала вносят работники промышленных, образовательных и прочих учреждений.

Ключевые слова: персонал, источник ионизирующего излучения, эффективные дозы внешнего облучения, Государственный дозиметрический регистр.

**Y. V. Visenberg, N. G. Vlasova, I. V. Veyalkin,
V. N. Bortnovski, L. S. Fedoruschenko**

EXPOSURE OF PERSONNEL WORKING WITH SOURCES OF IONIZING RADIATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Objective. Analysis of the statistical information contained in the State dosimetry register, presented in the form of statistical reporting DOSES-1 organizations of the Republic of Belarus, using sources of ionizing radiation for medical, industrial, educational or other purposes, for the period from 2000 to 2017.

Material and methods. "Database of radiation doses to personnel of organizations of the Republic of Belarus under normal operation of anthropogenic sources of ionizing radiation". Data on the number of institutions using ionizing radiation sources, the number and average annual effective doses were used.

The State Dosimetry Register is the main tool to ensure adequate research. It provides for a statistical analysis of the incoming information on all forms of statistical reporting. The methods of statistical analysis are used. Statistical data analysis was performed using Microsoft Access DBMS and SQL Server Management Studio 2014 software package. In addition, traditional methods of statistical analysis were used, which was carried out using the MS Excel 2010 application package.

Results. The analysis showed that the number of institutions using sources of ionizing radiation, for the period from 2000 to 2017 years increased significantly, 1.4 times, and mainly due to medical institutions, the number of which increased 1.7 times. The number of personnel of medical institutions increased by 1.6 times, and the number of personnel of industrial, educational and other institutions increased only by 1.4 times. The average value of the average annual effective doses of external training of personnel of medical institutions decreased by 2,2 times, and industrial, educational and other institutions by 4.3 times. While the number of personnel in medical institutions on average is almost 2.5 times higher than the personnel of industrial and other institutions, the average dose of radiation is 1.6 times lower.

Conclusion. The radiation doses to personnel for 18 years are quite low and average 1.45 mSv per year, which is 14 times lower than the dose limit. Moreover, workers, industrial, educational and other institutions make the main contribution to the dose of technogenic exposure to personnel.

Key words: Personnel, Source of ionizing radiation, Average external doses, State Dissymmetry Register.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» [1] и постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 929 от 17 июня 1999 г. [2] с 2000 г. в Республике Беларусь создана и функционирует Единая государственная система контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД).

Цель её создания – обеспечение организационно-методического, программно-технического сопровождения функционирования Государственного дозиметрического регистра. ЕСКИД включает организацию сбора и обработки информации, контроль ее полноты и качества, верификацию поступающей информации, подготовку статистических материалов, анализ доз различных кон-

тингентов населения, разработку, модернизацию программного обеспечения автоматизированной системы обработки и хранения информации.

Задачи ЕСКИД:

- контроль и анализ полноты и качества поступающей в Регистр информации для получения достоверных данных при последующем изучении структуры дозы облучения населения от всех источников облучения;

- разработка нормативно-технической документации для функционирования Регистра;

- разработка методических подходов оценки доз облучения населения, подвергающегося облучению от всех факторов радиационного воздействия, предложений по повышению достоверности поступающей в Регистр информации;

- анализ доз облучения населения Республики Беларусь.

Контроль и учет доз облучения распространяется на лиц:

- работающих с источниками ионизирующего облучения;

- подвергающихся медицинскому облучению в целях диагностики и (или) лечения заболеваний;

- проживающих на территориях, где по результатам радиационно-гигиенической паспортизации годовая эффективная доза за счет естественного фона может превышать 2 мЗв;

- проживающих на территориях, где по результатам радиационно-гигиенической паспортизации годовая эффективная доза за счет техногенно изменённого фона может превышать 1 мЗв;

- подлежащих внесению в специальные государственные медицинские регистры [2].

Сбор данных ЕСКИД осуществляется ежегодно по формам статистической отчетности № 1-ДОЗ, № 2-ДОЗ, № 3-ДОЗ и № 5-ДОЗ.

Результаты анализа информации о дозах техногенного, медицинского и природного облучения населения публикуются в ежегодных информационных сборниках «Дозы облучения населения Беларуси». В настоящей статье приводятся результаты анализа данных ЕСКИД по форме статистической отчетности № 1-ДОЗ о дозах облучения персонала, полученных за период с 2000 по 2017 годы, в динамике.

В настоящее время выражена тенденция к увеличению количества медицинских учреждений, медицинского оборудования и, соответственно, количества медицинских процедур на душу населения. В медицине практикуются новые методы диагностики и лечения с использованием источников ионизирующего излучения (ИИИ), что

приводит к росту как численности персонала, подвергающегося профессиональному облучению, так и населения, подвергающееся лучевой диагностике и лучевой терапии [3–5].

Цель исследования

Провести анализ статистической информации, содержащейся в Государственном дозиметрическом регистре, представленной по форме статистической отчетности № 1-ДОЗ организациями Республики Беларусь, использующими источники ионизирующего излучения для медицинских, промышленных, образовательных или других целей, за период с 2000 по 2017 годы.

Материалы и методы

Материалами исследования служили «База данных доз облучения персонала организаций Республики Беларусь в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений», сформированная в ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», рег. свидетельство № 58709000655 от 23.06.2009, данные Государственного дозиметрического регистра за 2010–2017 гг., включающие сведения о количестве учреждений, использующих источники ионизирующего излучения, численности персонала и индивидуальных годовых эффективных дозах персонала.

Поскольку в системе Государственного дозиметрического регистра предусмотрено проведение статистического анализа поступающей информации по всем формам статистической отчетности: разработано в ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ» программное обеспечение, состоящее из двух модулей, на которые имеются свидетельства о регистрации компьютерных программ в НЦИС (№ 226, и № 403), Государственный дозиметрический регистр представляет собой основной инструмент для обеспечения адекватного проведения исследований. Статистический анализ данных проводился с использованием СУБД Microsoft Access и программного пакета SQL Server Management Studio 2014. Кроме того, были использованы традиционные методы статистического анализа, который проводился с использованием пакета прикладных программ MS Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Был проведен анализ динамики количества учреждений на основе данных Государственного дозиметрического регистра Республики Беларусь, представленных организациями, использующими

ИИИ для медицинских, промышленных, образовательных или других целей, по форме статистической отчётности № 1-ДОЗ за период с 2000 по 2017 гг.

На рисунках 1 и 2 представлена динамика количества организаций в целом и по отраслям за исследуемый период.

Как видно на рисунке 1, количество организаций, использующих ИИИ, постоянно возрастало, и, как видно на рисунке 2, в основном за счёт медицинских организаций. Что касается промыш-

ленных, образовательных и прочих учреждений, то их количество практически не изменяется, даже имеет небольшую тенденцию к снижению. Это отчасти объясняется тем, что не все организации, использующие ИИИ, представляют сведения в Государственный дозиметрический регистр по форме № 1-ДОЗ, поэтому возможны некоторые неопределенности.

В таблице 1 представлена детальная информация о количестве медицинских, промышленных,

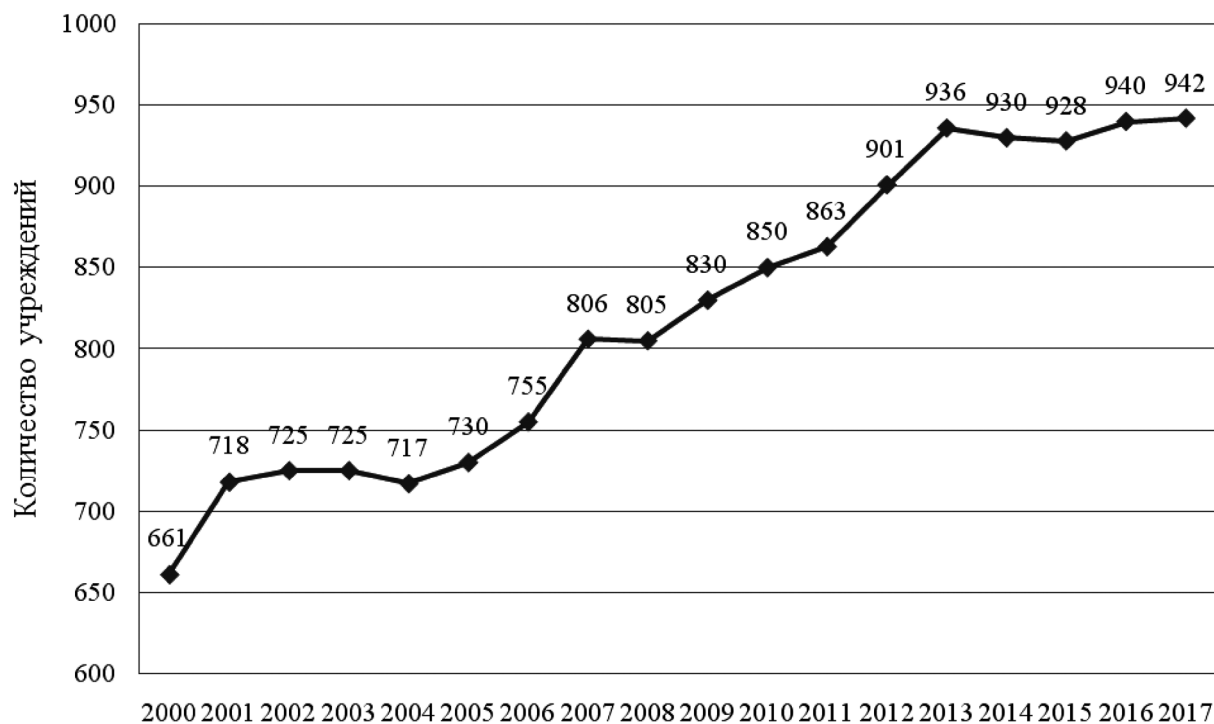


Рисунок 1. Динамика количества учреждений РБ, использующих ИИИ, за период с 2000 по 2017 годы

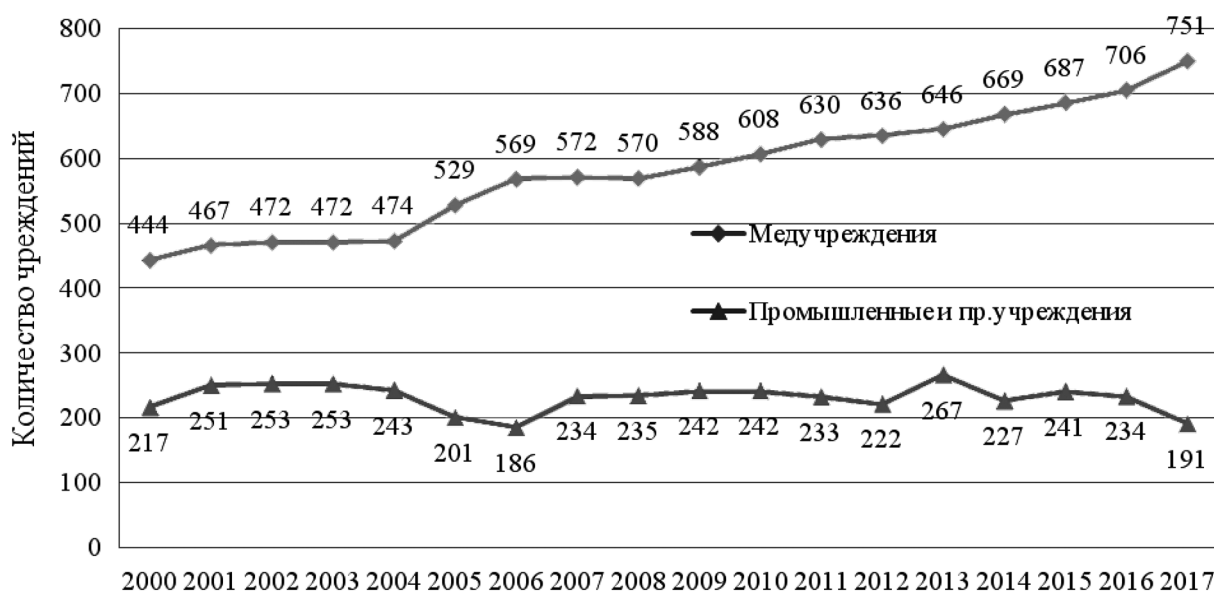


Рисунок 2. Динамика медицинских и промышленных, образовательных и прочих учреждений РБ, использующих ИИИ, за период с 2000 по 2017 годы

Таблица 1. Количество медицинских, промышленных, образовательных и прочих учреждений, использующих ИИИ, по областям за период с 2000 до 2017 годы

Годы	г. Минск	Область					
		Минская	Могилевская	Гомельская	Брестская	Гродненская	Витебская
2000	224		103	119	78	63	74
2001	278		103	119	78	63	75
2002	276		102	117	87	63	80
2003	278		102	119	80	63	83
2004	280	68	106	114	84	67	85
2005	290	77	109	113	85	65	97
2006	228	67	103	115	85	67	95
2007	234	74	103	145	85	71	100
2008	235	71	104	142	86	69	98
2009	245	73	109	143	89	68	103
2010	256	73	108	141	95	71	106
2011	270	71	106	142	95	72	106
2012	276	73	106	138	93	66	106
2013	277	73	107	138	99	77	106
2014	288	74	108	142	102	77	106
2015	301	80	110	145	104	78	106
2016	308	83	112	147	105	79	106
2017	311	87	111	140	108	79	106

образовательных и прочих учреждений, использующих ИИИ, по областям за период с 2000 до 2017 гг.

С 2000 по 2003 годы информация по г. Минску и Минской области не была разделена, и сбор сведений по форме №1-ДОЗ проводился объединено (см. таблицу 1). С 2004 года сбор и представление сведений по форме № 1-ДОЗ по г. Минску и Минской области проводится раздельно (ввиду большого объёма представляемых данных).

Как видно на рисунке 1 и из таблицы 1, количество учреждений в республике за период

с 2000 по 2017 годы возросло с 661 до 942. Так, в г. Минск и Минской области число предприятий увеличилось с 224 до 398. В Могилевской – с 103 до 111, в Гомельской – с 119 до 140, в Брестской – с 78 до 108, в Гродненской области – с 63 до 84, в Витебской области – с 74 до 106.

Проведен анализ численности персонала учреждений, использующих ИИИ, по Республике Беларусь в целом за период с 2000 по 2017 годы.

На рисунках 3 и 4 представлена динамика численности персонала в целом и по отраслям, соответственно, за период с 2000 по 2017 годы.

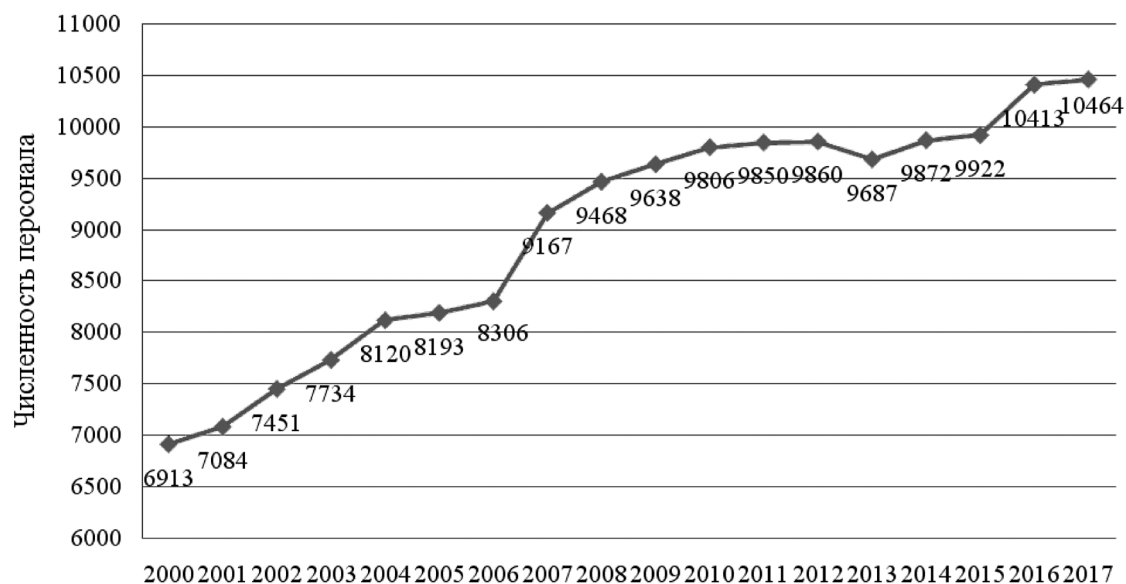


Рисунок 3. Динамика численности персонала учреждений, занятого на работе с ИИИ, за период с 2000 по 2017 гг.

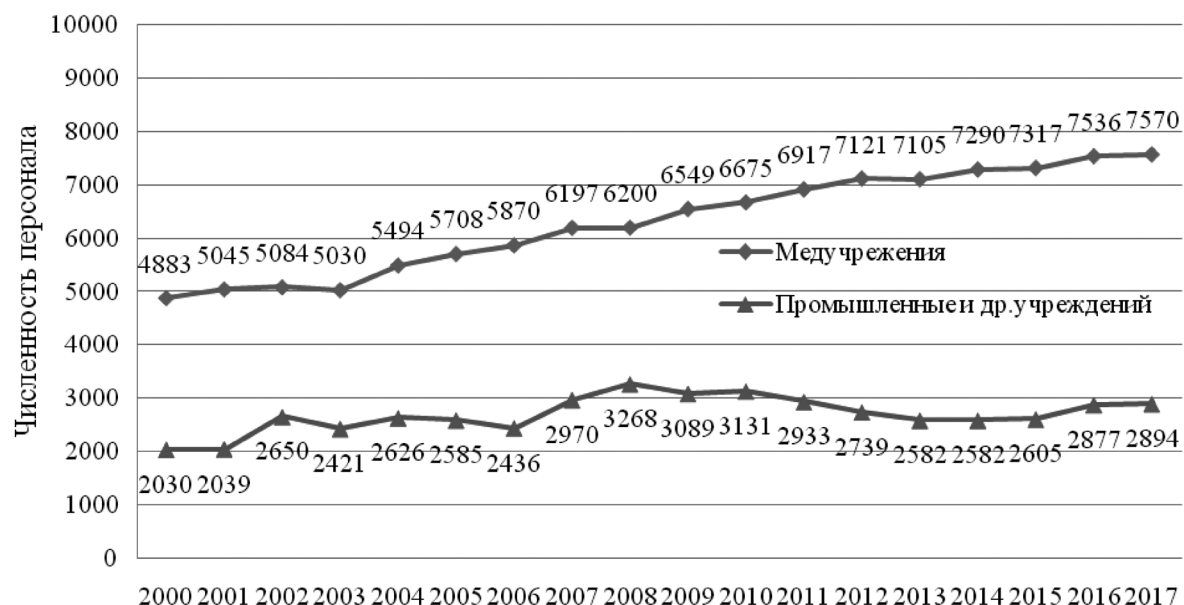


Рисунок 4. Динамика численности персонала РБ, занятого на работе с ИИИ в медицинских и других учреждениях, за период с 2000 по 2017 годы

Как видно на рисунке 3, численность персонала организаций, представивших отчеты по форме № 1-ДОЗ в Государственном дозиметрическом регистре, возросла в 1,5 раза за 18 лет.

Как видно на рисунке 4, в структуре численности персонала наибольший вклад в течение исследуемого периода вносит персонал медицинских учреждений. Так, численность персонала медучреждений в среднем за 18 лет в 2,5 раза выше чем, численность персонала промышлен-

ных, образовательных и прочих учреждений. Численность персонала медицинских учреждений увеличилась на 35 %, тогда как численность персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений с 2000 года по 2008 гг. возросла на 38 %, а с 2009 г. снизилась незначительно, на 11 %.

В таблице 2 представлена численность персонала учреждений, использующих в работе ИИИ по областям за весь период.

Таблица 2. Численность персонала медицинских, промышленных, образовательных и прочих учреждений, использующих ИИИ, по областям за период с 2000 до 2017 годы

Годы	г. Минск	Область					
		Минская	Могилевская	Гомельская	Брестская	Гродненская	Витебская
2000	2527		962	1660	590	564	610
2001	2643		1026	1694	599	550	572
2002	2796		855	2167	637	574	705
2003	2818		834	1867	629	593	710
2004	2085	1045	854	2030	663	648	795
2005	2213	1059	885	1961	691	640	794
2006	2133	1090	868	1976	733	655	851
2007	2572	1104	890	2329	719	719	834
2008	2698	1054	816	2614	720	732	834
2009	2758	1131	916	2413	822	737	861
2010	2836	1138	909	2436	837	783	867
2011	2551	1182	910	2678	836	807	886
2012	2472	1175	942	2739	880	734	918
2013	1946	1175	962	2752	1112	822	918
2014	1956	1196	981	2769	1153	899	918
2015	2016	1277	1003	2784	1127	785	930
2016	2030	1455	1044	2832	1195	915	942
2017	2034	1461	1065	2845	1198	917	944

Как видно из таблицы 2, в г. Минск и Минской области численность персонала возросла на 28 %. В Брестской области – на 51 %, в Гомельской области – на 42 %, в Гродненской области – на 39 %, в Витебской области – на 35 %, в Могилевской области – на 10 %.

Рост численности персонала в целом и медицинских учреждений, в частности, объясняется возрастанием количества медицинских диагностических аппаратов, а также с развитием новых методов лучевой диагностики и в связи с этим увеличением количества проведения медицинских процедур, связанных с использованием ИИИ.

Проведен анализ средних годовых эффективных доз внешнего облучения персонала в динамике за период с 2000 по 2017 годы.

На рисунках 5 и 6 представлена динамика средних годовых эффективных доз внешнего облучения персонала в целом и по основным отраслям в Республике Беларусь за период с 2000 по 2017 годы.

Как видно на рисунке 5, среднее значение годовых эффективных доз внешнего облучения персонала учреждений Республики Беларусь, использующих ИИИ, за период с 2000 по 2008 гг. снизилось в 3,6 раза, а затем практически осталась неизменной.

Как видно на рисунке 6, среднее значение годовых эффективных доз внешнего облучения персонала медицинских учреждений снизилось в 2,2 раза за 18 лет. В то же время, отметим, что с 2000 по 2008 гг. средняя эффективная доза

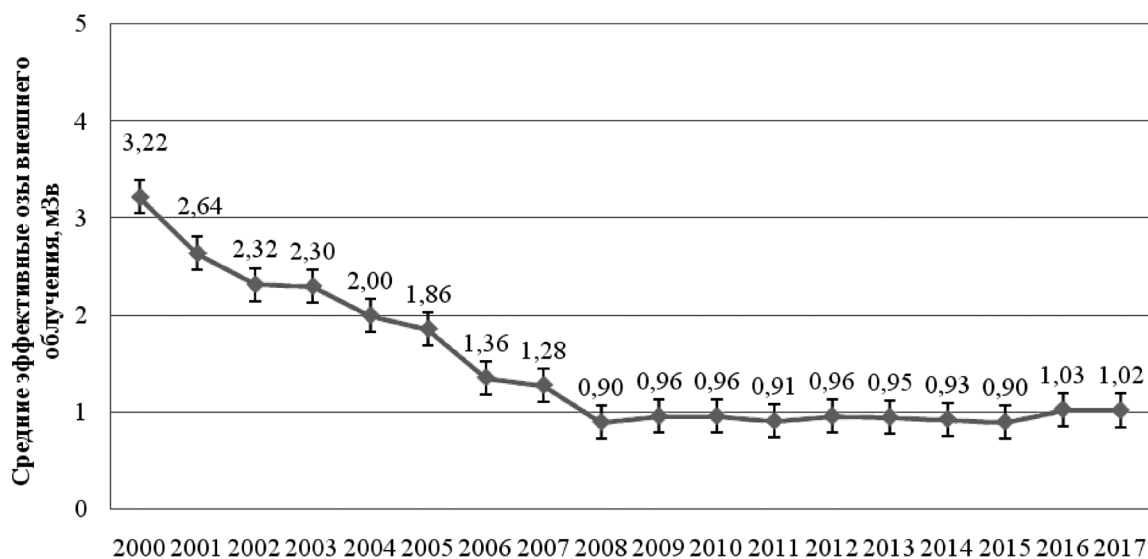


Рисунок 5. Динамика средних эффективных доз внешнего облучения персонала всех учреждений РБ за период 2000 по 2017 годы

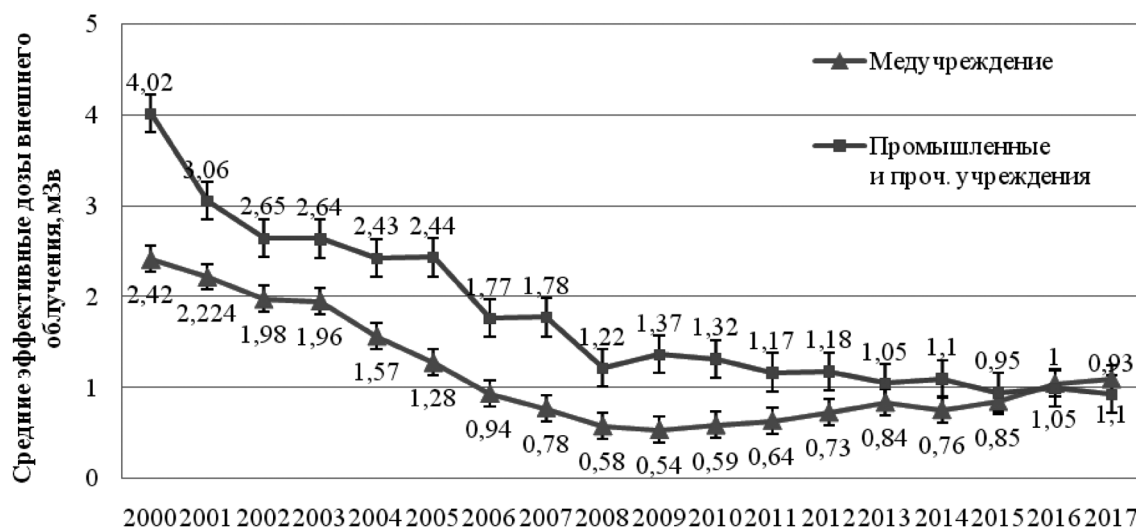


Рисунок 6. Динамика средних годовых эффективных доз внешнего облучения персонала медицинских и промышленных, образовательных и прочих учреждений, за период с 2000 по 2017 годы

облучения персонала снизилась в 4,2 раза, а с 2009 по 2017 гг. возросла в 2 раза.

Среднее значение годовых эффективных доз внешнего облучения персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений снизилось в 4,3 раза за 18 лет. Причём, с 2000 по 2008 г. средняя эффективная доза облучения персонала снизилась в 3,2 раза, а с 2009 по 2017 гг. снизилась в 1,5 раза.

Таким образом, дозы облучения персонала всех учреждений существенно снизились за 18 лет, несмотря на то что, с 2008 года выявилось некоторое возрастание их. Это снижение можно объяснить улучшением методического обеспечения и контроля в функционировании Государственного дозиметрического регистра.

Наблюдаемый «перелом» в 2008–2009 гг. объясняется использованием более чувствительных индивидуальных дозиметров. А начиная с 2013 года, как видно на рисунке 6, дозы у персонала обеих отраслей практически совпадают в пределах ошибки среднего.

Отметим, в то время как численность персонала медучреждений в среднем почти в 2,5 раза выше, чем персонала промышленных и прочих учреждений, среднее значение дозы облучения ниже в 1,6 раза, что наглядно представлено на рисунке 7.

На рисунке 7 представлены сравнительные диаграммы усредненных значений за 18 лет численности и средних доз облучения персонала медицинских учреждений и промышленных, образовательных и прочих учреждений в относительных единицах.

Таким образом, дозы облучения персонала на протяжении 18 лет достаточно низки и составили в среднем 1,45 мЗв в год, что существенно ниже предела дозы облучения персонала. Причем, вклад в дозу техногенного облучения персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений составляет более 60 %.

Таким образом, количество учреждений, использующих ИИИ, за период с 2000 по 2017 годы существенно возросло: в 1,4 раза, причем, в основном за счёт медицинских учреждений, количество которых увеличилось в 1,7 раза. Количество промышленных, образовательных и прочих учреждений практически не изменилось, даже имеет тенденцию к снижению.

Численность персонала медучреждений увеличилась за 18 лет в 1,6 раза, а численность персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений увеличилась в 1,4 раза.

Среднее значение годовых эффективных доз внешнего облучения персонала учреждений Республики Беларусь, использующих ИИИ, за период

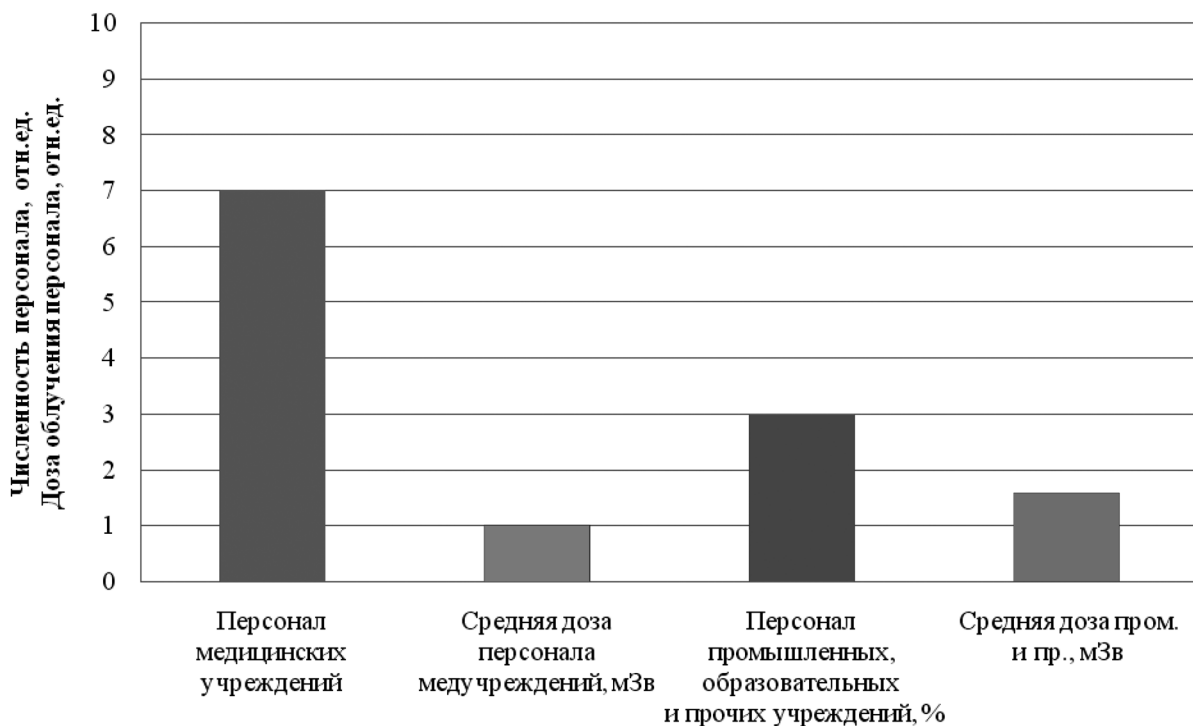


Рисунок 7. Диаграмма сравнения численности и средних доз облучения персонала медицинских учреждений и промышленных, образовательных и прочих учреждений

□ Оригинальные научные публикации

с 2000 по 2008 гг. снизилась в 3,6 раза, а затем практически оставалась неизменной.

Средняя годовая эффективная доза внешнего облучения персонала медицинских учреждений снизилась в 2,2 раза, а средняя годовая эффективная доза внешнего облучения персонала промышленных, образовательных и прочих учреждений снизилась в 4,3 раза.

В то время как численность персонала медицинских учреждений в среднем почти в 2,5 раза выше, чем персонала промышленных и прочих учреждений, средние дозы его облучения ниже в 1,6 раза.

Дозы облучения персонала на протяжении 18 лет достаточно низки и составляют в среднем 1,45 мЗв в год, что ниже предела дозы в 14 раз. Причем, основной вклад в дозу техногенного облучения персонала вносят работники промышленных, образовательных и прочих учреждений.

Литература

1. Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения», от 18 июня 2019 г. № 198-3.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 929 от 17 июня 1999 г. «О единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения».
3. *The Recommendations of the International Commission of Radiological Protection / Publication 103 of the ICRP; Editor J. Valentin. – 2007. – 332 p.*
4. *The Recommendations of the International Commission on Radiological Protection / Publication 105 of the ICRP; Editor J. Valentin – 2007. – 66 p.*
5. *UNSCEAR, 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations, New York, NY.*

Поступила 02.12.2019 г.