

**РАЗДЕЛ 2****НАУЧНЫЕ СТАТЬИ****Радиационные риски персонала Госкорпорации «Росатом» в 2013 году  
(по данным системы АРМИР)**

**Иванов В.К., Райков С.В.<sup>1</sup>, Мурашко А.А.<sup>1</sup>, Панфилов А.П.<sup>1</sup>, Корело А.М.,  
Туманов К.А., Кашеева П.В., Дрынова Н.Н.**

ФГБУ МРНЦ Минздрава России, Обнинск;

<sup>1</sup> Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Москва

Компьютерная система АРМИР в настоящее время обеспечивает оценку индивидуальных радиационных рисков почти 90% персонала Госкорпорации «Росатом», состоящего на индивидуальном дозиметрическом контроле. На протяжении нескольких лет средний по отрасли риск не превышает величины 0,00008. Современная лучевая нагрузка на персонал Госкорпорации «Росатом» соответствует допустимым уровням риска для здоровья работников. Доля работников, входящих в группу повышенного риска (величина риска превышает 0,001), составила 1,25% от общей численности персонала, включённого в систему АРМИР. Группы повышенного риска составляют преимущественно ветераны отрасли.

**Ключевые слова:** *радиационный риск, персонал Госкорпорации «Росатом», группа риска.*

**Введение**

В течение ряда лет на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» действует система оценки профессионального радиационного риска АРМИР [2]. Система АРМИР основана на принципах и методах вычисления радиационного риска, рекомендованных ведущими международными организациями (Научным комитетом ООН по действию атомной радиации, Международной комиссией по радиологической защите). В ней реализовано требование Международных основных норм безопасности МАГАТЭ о том, что работодатели обеспечивают «...получение всеми работниками адекватной информации о рисках для здоровья, связанных с их профессиональным облучением» [5].

Результаты работы системы АРМИР – оценки радиационных рисков – доводятся до профессионального сообщества и заинтересованной общественности через «Отчёт по безопасности», «Публичный годовой отчёт», отраслевые СМИ [1, 3, 6].

**Профессиональное облучение персонала, состоящего на ИДК**

Информационной основой системы АРМИР являются данные индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) персонала предприятий. В настоящее время система АРМИР охватывает более 50 ядерно- и радиационно опасных предприятий отрасли. База данных отрасле-

**Иванов В.К.\*** – Председатель РНКРЗ, зам. директора по научн. работе, член-корр. РАМН; **Корело А.М.** – вед. программист; **Туманов К.А.** – ст. научн. сотр., к.б.н.; **Кашеева П.В.** – ст. научн. сотр., к.б.н.; **Дрынова Н.Н.** – аспирант. ФГБУ МРНЦ Минздрава России. **Райков С.В.** – директор ДЯРБ; **Мурашко А.А.** – советник отдела ДЯРБ; **Панфилов А.П.** – начальник отдела ДЯРБ, к.т.н. Госкорпорация «Росатом».

\*Контакты: 249036, Калужская обл., Обнинск, ул. Королёва, 4. Тел.: (48439) 9-33-90; e-mail: nrer@obninsk.com.

вого сегмента системы АРМИР содержит 697689 записей о годовых дозах облучения персонала, состоящего на ИДК в отчётном году (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики базы данных отраслевого сегмента системы АРМИР**

Наименование предприятия	Число записей о годовых дозах	Минимальный год ИДК	Число лиц с дозой более 0 в отчётном году
<b>РОСЭНЕРГОАТОМ</b>			
ОАО "ЭНИЦ"	5	2010	2
Балаковская АЭС	10809	1995	2113
Белоярская АЭС	24109	1964	1311
Билибинская АЭС	2792	2005	472
Ростовская АЭС	5420	2001	1058
Калининская АЭС	12684	1984	2580
Кольская АЭС	13156	1973	1405
Курская АЭС	49449	1977	3164
Ленинградская АЭС	51482	1974	3723
Нововоронежская АЭС	18431	1999	1945
Смоленская АЭС	45879	1981	2947
ОАО "Атомэнергоремонт"	47745	1968	4840
<b>ТВЭЛ</b>			
ОАО "СХК"	34955	1961	3203
ОАО "АЭХК"	3678	1979	349
ОАО "МСЗ"	21222	1966	1429
ОАО "НЗХК"	3928	1973	308
ОАО "УЭХК"	6723	1973	731
ОАО "ПО ЭХЗ"	17492	1997	2073
ЗАО "ОКБ-Н.Новгород"	309	2000	34
ЗАО "Центротех СПб"	785	2004	101
ОАО "ЧМЗ"	16234	1969	1732
<b>ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС</b>			
ФГУП "ПО "Маяк"	99829	1953	7642
ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	9054	1963	1198
ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ"	22883	1962	1619
ФГУП "ПСЗ"	5458	1979	851
ФГУП "УЭМЗ"	238	2002	36
ФГУП "Комбинат "ЭХП"	10055	1966	1429
ФГУП "НИТИ им. А.П.Александрова"	12440	1971	1083
ФГУП "НИИП"	2183	1968	131
ФГУП АТЦ СПб	413	1999	130
ФГУП "Атомфлот"	5719	1960	403
<b>АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО</b>			
ЗАО "Далур"	1843	2000	257
ОАО "ППГХО"	22631	2001	3358
ОАО "ВНИПИпромтехнологии"	118	1996	11
<b>ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>			
ФГУП "ГХК"	40962	1962	2613
ФГУП "РосРАО"	1387	1969	93
<b>БЛОК ПО УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИЯМИ</b>			
ОАО "ИРМ"	5584	1967	353
ОАО "ГНЦ НИИАР"	32266	1972	2400
ФГУП "ГНЦ РФ-ФЭИ"	13723	1962	642
ОАО "ВНИИХТ"	1612	2001	231
ФГУП "НИИЭФА им. Д.В.Ефремова"	1313	1966	85
ФГУП "НИФХИ им. Л.Я.Карпова"	3852	1964	275
ФГУП "ГНЦ РФ-ИФВЭ"	12944	1967	564
<b>КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО</b>			
ОАО "НИКИМТ-Атомстрой"	405	1974	23

Наименование предприятия	Число записей о годовых дозах	Минимальный год ИДК	Число лиц с дозой более 0 в отчётном году
<b>АТОМЭНЕРГОМАШ</b>			
ОАО "ОКБ "ГИДРОПРЕСС"	105	1995	13
ОАО "МЗ "ЗиО-Подольск"	1312	1968	111
ОАО "ОКБМ им. Африкантова"	1162	1963	106
Петрозаводскмаш	157	1987	44
<b>ПРОЧИЕ</b>			
ОАО "ПЗ "Сигнал"	302	1972	31
ОАО "СПб "Изотоп"	296	1986	33
ОАО "Пятигорский завод "Импульс"	156	1991	19

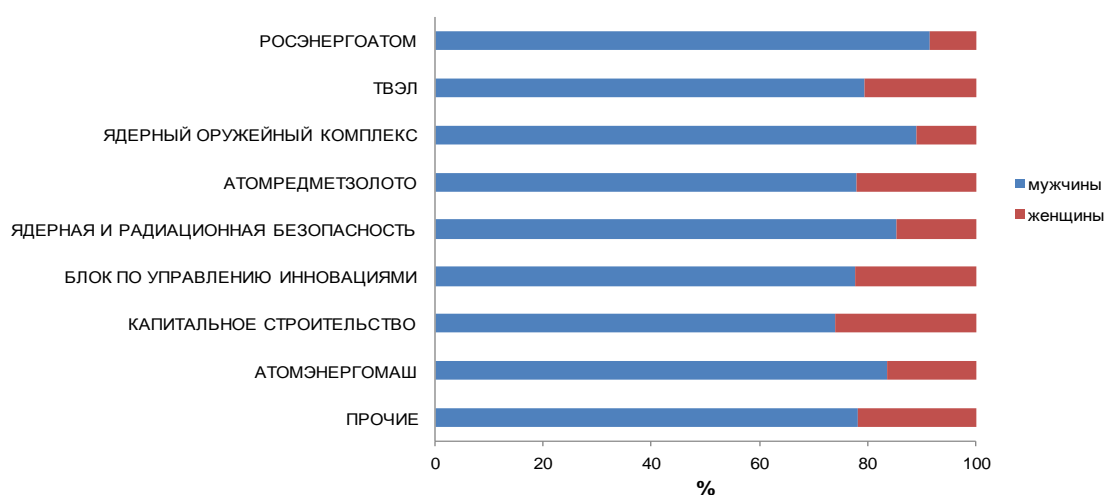
Всего в базу данных системы АРМИР отраслевого уровня была внесена информация о 61304 работников, что составляет 89,6% от числа контролируемых лиц [1].

Сводные данные по профессиональному облучению персонала, включённого в систему АРМИР, приведены в таблице 2 и на рис. 1-5. Данные приведены для групп предприятий.

Таблица 2

**Основные характеристики профессионального облучения по группам предприятий**

Группа предприятий	Численность	Средний возраст, лет	Средняя накопленная доза, мЗв	Средняя доза за год, мЗв	Средний стаж на ИДК, лет
РОСЭНЕРГОАТОМ	25560	42,2	51,30	1,70	11,0
ТВЭЛ	9960	43,2	20,60	1,11	10,6
ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС	14522	42,6	33,20	1,92	11,6
АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО	3626	37,2	35,45	3,58	6,7
ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	2706	44,6	38,76	0,79	15,7
БЛОК ПО УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИЯМИ	4550	47,7	44,57	2,12	15,7
КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	23	52,4	52,82	1,51	17,6
АТОМЭНЕРГОМАШ	274	40,0	24,32	1,20	10,0
ПРОЧИЕ	83	50,0	13,98	1,04	9,1
<i>Итого по Госкорпорации «Росатом»</i>	<b>61304</b>	<b>42,7</b>	<b>39,86</b>	<b>1,75</b>	<b>11,4</b>



**Рис. 1.** Доля (%) мужчин и женщин среди персонала групп предприятий.

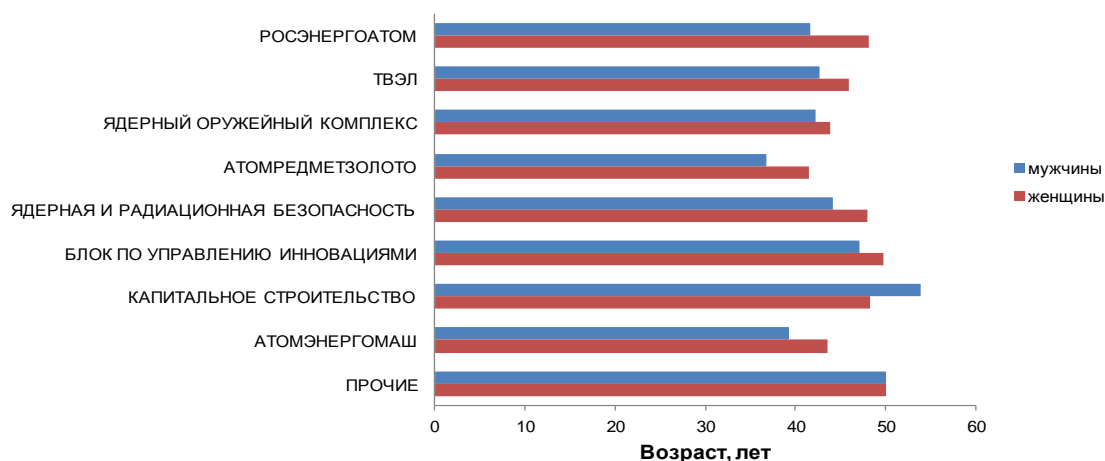


Рис. 2. Средний возраст персонала групп предприятий.

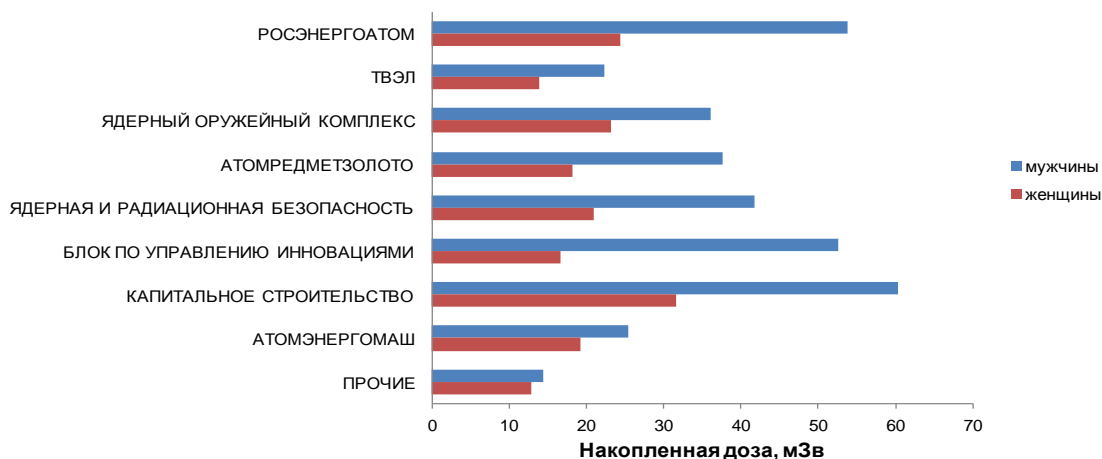


Рис. 3. Средняя накопленная доза персонала групп предприятий.



Рис. 4. Средняя доза за год персонала групп предприятий.

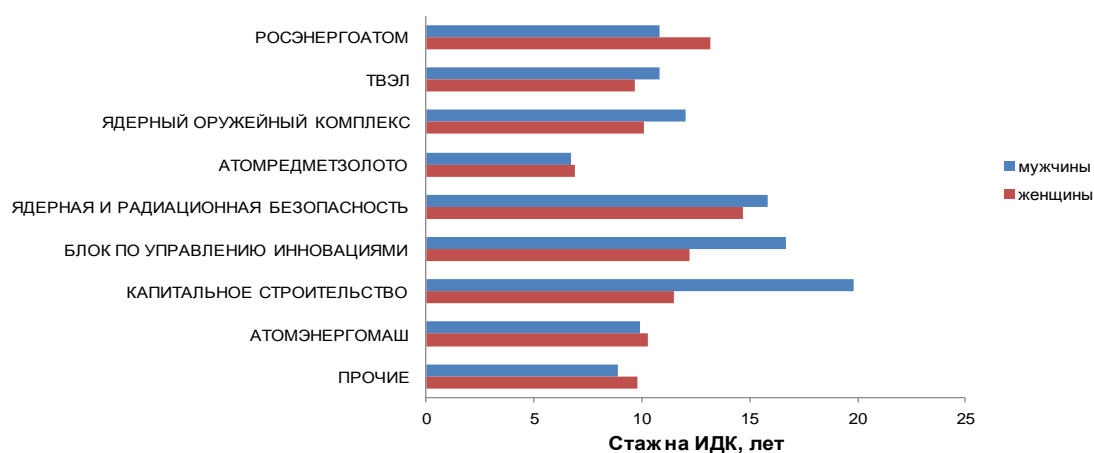


Рис. 5. Средний стаж персонала групп предприятий.

Среди работников, включённых в систему АРМИР, доля мужчин увеличилась на 1% и составила 84,5%. Наибольшая доля мужчин зафиксирована в группе предприятий «РОСЭНЕРГОАТОМ» – 91%, наименьшая – 74% – в группе предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО». Отметим, что группа предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» самая малочисленная, всего 23 человека.

Средний возраст персонала составил 42 года. Женщины всюду, за исключением группы «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО», в среднем старше, чем мужчины (42 года – у мужчин, 46 лет – у женщин).

Средняя накопленная доза персонала увеличилась на 2 мЗв и составляет 40 мЗв (43 мЗв – у мужчин, 20 мЗв – у женщин). Наибольшая средняя накопленная доза зафиксирована в группах предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» – 52 мЗв и «РОСЭНЕРГОАТОМ» – 51 мЗв. Накопленная дозовая нагрузка на мужчин существенно больше, чем на женщин. Наибольшая средняя накопленная доза у мужчин зафиксирована в группе предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» – 60 мЗв, наименьшая средняя накопленная доза у мужчин в группе предприятий «ПРОЧИЕ» – 14 мЗв.

Средняя доза за год снизилась на 0,2 мЗв и составляет 1,7 мЗв (1,9 мЗв – у мужчин, 1,2 мЗв – у женщин). Наибольшая средняя доза за год зафиксирована в группе предприятий «АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО» – 3,7 мЗв. За исключением группы предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» дозовая нагрузка в отчётном году на мужчин существенно больше, чем на женщин. Наибольшая средняя доза за отчётный год у мужчин зафиксирована в группе предприятий «АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО» – 3,7 мЗв, наименьшая средняя доза у мужчин в группе предприятий «ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» – 0,8 мЗв.

Женщины работают с источниками ионизирующего излучения в среднем примерно столько же, сколько мужчины – около 11 лет. Наибольший средний стаж у мужчин – 20 лет – в группе предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО», наименьший – 7 лет – в группе предприятий «АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО».

### Радиационные риски

Согласно Нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009) радиационный риск – это «... вероятность возникновения у человека или у его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения» [4]. Далее под радиационным риском будем понимать вероятность возникновения у работника злокачественного новообразования.

Вся информация из базы данных отраслевого сегмента системы АРМИР была использована для определения профессионального персонального риска работников, находившихся на индивидуальном дозиметрическом контроле в отчётном году.

Средний по отрасли радиационный риск равен 0,000076 (табл. 3), что незначительно превышает уровень прошлого года, но меньше, чем показатель двухлетней давности. Максимальные величины рисков зафиксированы в группах предприятий «ТВЭЛ» и «ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС», причём в группе предприятий «ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС» максимальное значение риска снизилось по сравнению с прошлым годом.

Таблица 3  
Средние и максимальные радиационные риски по группам предприятий

Группа предприятий	Средний риск	Максимальный риск
РОСЭНЕРГОАТОМ	1,0E-04	6,1E-03
ТВЭЛ	3,4E-05	6,9E-03
ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС	5,9E-05	6,7E-03
АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО	2,1E-05	2,2E-04
ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	1,0E-04	4,4E-03
БЛОК ПО УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИЯМИ	1,1E-04	3,2E-03
КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	1,6E-04	1,3E-03
АТОМЭНЕРГОМАШ	7,2E-05	1,6E-03
ПРОЧИЕ	1,4E-05	2,9E-04
<i>Итого по Госкорпорации «Росатом»</i>	7,6E-05	6,9E-03

Как и в предыдущем году, абсолютное большинство и мужчин, и женщин работают в условиях тривиального радиационного риска. Группу повышенного риска составили работники, у которых радиационный риск более  $10^{-3}$ . В таблице 4 приведена относительная численность группы повышенного риска в зависимости от пола работников (мужчины, женщины).

Таблица 4  
Относительная численность группы повышенного риска по группам предприятий

Группа предприятий	Относительная численность, %		
	мужчины	женщины	оба пола
РОСЭНЕРГОАТОМ	2,02	0,14	1,86
ТВЭЛ	0,47	0,00	0,37
ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС	0,80	0,28	0,69
АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО	0,00	0,00	0,00
ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	2,68	0,25	2,33
БЛОК ПО УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИЯМИ	2,29	0,40	1,87
КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	5,88	0,00	4,35
АТОМЭНЕРГОМАШ	3,06	0,00	2,55
ПРОЧИЕ	0,00	0,00	0,00
<i>Итого по Госкорпорации «Росатом»</i>	1,45	0,18	1,25

В группе предприятий «КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» самая большая относительная численность группы высокого риска, хотя в её состав входит только один работник. В целом по Госкорпорации «Росатом» относительное количество лиц с повышенным риском находится на уровне двухлетней давности.

В таблице 5 приведены данные по дозовым нагрузкам, стажу на ИДК и возрасту работников, входящих в группу повышенного риска по группам предприятий Госкорпорации «Росатом».

Таблица 5

#### Характеристики персонала, входящего в группу повышенного риска

Группа предприятий	Средний возраст, лет	Средняя за год доза, мЗв	Средняя накопленная доза, мЗв	Средний стаж на ИДК, лет
РОСЭНЕРГОАТОМ	58,2	3,9	508,7	33,6
ТВЭЛ	64,9	1,6	321,4	34,8
ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС	62,9	3,5	368,5	40,7
АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО	-	-	-	-
ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	63,0	0,7	361,5	40,8
БЛОК ПО УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИЯМИ	64,1	4,5	348,2	39,1
КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	64,0	7,6	403,6	39
АТОМЭНЕРГОМАШ	69,7	1,1	250,8	46,3
ПРОЧИЕ	-	-	-	-
<i>Итого по Госкорпорации «Росатом»</i>	60,3	3,5	449,2	35,9

Основные характеристики персонала, входящего в группу повышенного риска, в несколько раз больше, чем в целом по персоналу, включённому в систему АРМИР.

Средний возраст работников из группы повышенного риска составил 60,3 года (64 года – у женщин). Средний возраст персонала из группы повышенного риска примерно в 1,5 больше, чем средний возраст всего персонала, состоящего на ИДК.

Средняя накопленная доза облучения работников из группы повышенного риска – 449 мЗв (278 мЗв – у женщин), что больше почти в 11 раз, чем средняя накопленная доза всего персонала, состоящего на ИДК.

Средняя доза, полученная работниками из группы повышенного риска в отчётном году – 3,5 мЗв (2,7 мЗв – у женщин). Средняя доза, полученная персоналом из группы повышенного риска в отчётном году, в 2 раза больше, чем средняя доза по отрасли.

Средний стаж работы с источниками ионизирующего излучения в группе повышенного риска – 36 лет (41 год – у женщин). Это более чем в 3 раза больше, чем средний стаж всего персонала, включённого в систему АРМИР.

Контроль индивидуальных доз облучения персонала осуществлялся с использованием опыта реконструкции доз облучения после аварии на Чернобыльской АЭС [7].

#### Заключение

Компьютерная система АРМИР в настоящее время обеспечивает в динамике оценку индивидуальных радиационных рисков почти 90% персонала Госкорпорации «Росатом», состоящего на ИДК. На протяжении нескольких лет средний по отрасли риск не превышает величины

0,00008. Как и в предыдущем году, абсолютное большинство и мужчин и женщин работают в условиях тривиального радиационного риска. Современная лучевая нагрузка на персонал Госкорпорации «Росатом» соответствует допустимым уровням риска для здоровья работников.

Доля работников, входящих в группу повышенного риска, составила 1,25% от общей численности персонала, включённого в систему АРМИР. Группу повышенного риска составляют преимущественно ветераны отрасли: средний возраст персонала из группы повышенного риска – 60 лет, средний стаж – в 3,5 раза больше, а средняя накопленная доза – в 12 раз больше, чем у всего персонала, состоящего на ИДК.

Оценку радиационных рисков, изменение их во времени следует использовать для планирования доз облучения и оптимизации радиационной защиты персонала с целью недопущения увеличения численности группы повышенного профессионального риска.



## Литература

1. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». Отчёт по безопасности. М.: Изд-во «Комтехпринт», 2013. С. 23-24.
2. **Иванов В.К., Максютов М.А., Корело А.М., Туманов К.А., Райков С.В., Панфилов А.П.** Основные итоги работы системы АРМИР в 2012 году //Радиация и риск. 2013. Т. 22, № 2. С. 7-15.
3. Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» за 2012 год. Публичный годовой отчёт. С. 6, 148.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр медицины и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
5. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Вена: МАГАТЭ, 2011.
6. <http://www.rosatom.ru/journalist/news/9c164f0042229bddbeafbf00bbc6a657>.
7. **Pitkevich V.A., Duba V.V., Ivanov V.K., Chekin S.Yu., Tysb A.F., Vakulovsky S.M., Shershakov V.M., Makhon'ko K.P., Golubenkov A.V., Borodin R.V., Kosykh V.S.** Reconstruction of composition of the Chernobyl radionuclide fallout and external radiation absorbed doses of population in the areas of Russia //Radiat. Prot. Dosimetry. 1996. V. 64, N 1-2. P. 69-92.

### **Radiation risks for the personnel of the State Corporation Rosatom in 2013 (according to data of ARMIR system)**

**Ivanov V.K., Raykov S.V.<sup>1</sup>, Murashko A.A.<sup>1</sup>, Panfilov A.P.<sup>1</sup>, Korelo A.M.,  
Tumanov K.A., Kashcheeva P.V., Drynova N.N.**

Medical Radiological Research Center of the Russian Ministry of Health, Obninsk;

<sup>1</sup> State Atomic Energy Corporation "Rosatom", Moscow

At present about 90% of the personnel of the State Corporation Rosatom monitored for individual radiation exposure have reports on radiation risks assessed with the computed system ARMIR. For several years average value of the risk in the Russian nuclear industry does not exceed 0.00008. As of today radiation dose received by the nuclear workers corresponds to a permissible levels of health risks. The percentage of the workers in the high risk group (risk value is above 0.001) is 1.25% of the total number of the personnel registered in the ARMIR system. The most part of the high risk group are old staggers.

**Key words:** *radiation risk, personnel of the State Corporation Rosatom, risk group.*

---

**Ivanov V.K.\*** – Chairman of RSCRП, Deputy Director, Corresponding Member of RAMS; **Korelo A.M.** – Lead. Programmer; **Tumanov K.A.** – Senior Researcher, C. Sc., Biol.; **Kashcheeva P.V.** – Senior Researcher, C. Sc., Biol.; **Drynova N.N.** – Postgraduate Student. MRRC. **Raykov S.V.** – Deputy Director, DNRS; **Murashko A.A.** – Adviser of Dep., DNRS; **Panfilov A.P.** – Chief of Dep., DNRS, C. Sc., Tech. Corporation Rosatom.

\*Contacts: 4 Korolyov str., Obninsk, Kaluga region, Russia, 249036. Tel.: (48439) 9-33-90; e-mail: nrer@obninsk.com.