

## ОЦЕНКА ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАНЯТОСТИ ЛИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Дрозд Е. А.<sup>1</sup>, Бортновский В. Н.<sup>2</sup>, Висенберг Ю. В.<sup>2</sup>, Власова Н. Г.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»

<sup>2</sup>Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь

### *Введение*

Не смотря на то, что за истекший период после аварии на ЧАЭС опубликовано много научных работ, посвященных оценке и реконструкции доз облучения, полученных населением Республики Беларусь, решение задачи оценки индивидуализированных накопленных за послеаварийный период доз все так же актуально [1–6]. Актуальность обеспечивает необходимость знания индивидуальных накопленных доз при проведении радиационно-эпидемиологических исследований по установлению зависимости «доза-эффект» и оценки радиационных рисков.

В проведенных нами исследованиях по оценке индивидуализированных доз внутреннего облучения [7, 8] были установлены статистически значимые различия средних значений дозы внутреннего облучения по полу и возрасту, а так же была выявлена тенденция возрастания средних значений дозы с возрастом. Однако, поскольку в ряде случаев среднее значения дозы внутреннего облучения у лиц трудоспособного возраста превышали средние значения дозы у лиц старше 60 лет, целесообразно было бы исследовать изменение соотношения средних значений доз в возрастных группах в соответствии с профессиональной занятостью населения, которая является весомым и значимым фактором, объединяющим личностные характеристики.

Исходя из вышесказанного, для более глубокого понимания процесса формирования индивидуальной дозы внутреннего облучения, цель настоящего исследования: на основании данных СИЧ-измерений исследовать влияние профессиональной занятости на формирование дозы внутреннего облучения.

### *Материал и методы исследования*

Материалом исследования явились: «База данных СИЧ-измерений жителей Республики Беларусь за период 1987–2008 гг.», рег. свидетельство № 58709000637 от 20.05.09 и «База данных плотностей загрязнения территорий населенных пунктов Республики Беларусь радионуклидами цезия, стронция и плутония по состоянию на 1986 г.», рег. свидетельство № 58709000639 от 20.05.09, сформированные в ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ».

Исследовательская выборка сформирована из данных СИЧ-измерений, проведенных в населённых пунктах имеющих идентичные экологические условия (однородность по типу почв преобладающих в ареале населенных пунктов) и расположенных в Лельчицком, Ельском и Наровлянском районах Гомельской области. Период исследования составил 10 лет, с 1990 по 1999 гг.

Для корректного объединения данных о дозах внутреннего облучения, рассчитанных по результатам СИЧ-измерений, в одну выборку дозы внутреннего облучения пронормировали на плотность загрязнения территории соответствующего населенного пункта за каждый год. Для статистической обработки имеющейся в базе данных СИЧ-измерений информации качественный фактор-признак «профессия» был формализован в количественный. Интерес представляют 12 основных профессий, коды которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Коды профессий

Профессия	Код
Водители и механизаторы	06
Животноводы	07
Работники сельского хозяйства	08
Рабочие	09
Служащие	10
Инвалиды и пенсионеры по инвалидности	11
Пенсионеры по возрасту	12
Безработные, домохозяйки	13
Полеводы	15
Лесники	16
Военнослужащие	17
Медицинские работники	18

Для проведения исследования были применены методы прикладной статистики: однофакторный дисперсионный анализ, тест Колмогорова — Смирнова, а так же использовались такие непараметрические методы как медианный тест Краскела — Уоллиса, тест серий Вальда — Вольфовица и тест Манна — Уитни.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета программ «Statistica» 8.0 и «Microsoft Excel 2010».

### Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения сравнительного анализа, для каждого года периода исследования были рассчитаны основные статистические параметры распределения дозы внутреннего облучения, такие как среднее, медиана, стандартное геометрическое отклонение (отношение 84 %-го квантиля к медиане), ошибка среднего.

Однофакторный дисперсионный анализ позволил выявить четыре профессиональные группы, значительно различающиеся по среднему значению дозы внутреннего облучения. Средние значения доз внутреннего облучения в выявленных группах профессий представлены на рисунке 2.

Достоверность различий доз внутреннего облучения в каждой из шести групп профессий подтверждена тестом Манна — Уитни и тестом Вальда — Вольфовица.

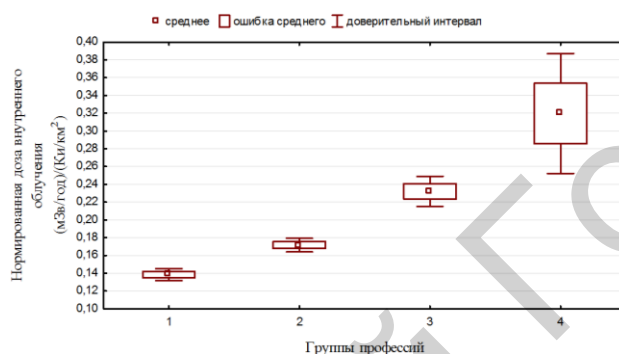


Рисунок 2 — Распределение дозы внутреннего облучения в выявленных группах профессий

Перечень профессий, представляющих каждую из выявленных в результате статистического анализа групп, представлен в таблице 2.

Таблица 2 — Группы профессий

Профессии	Группа профессий
Служащие, медработники, военнослужащие	1
Работники сельского хозяйства, безработные, животноводы	2
Рабочие, пенсионеры, полеводы, инвалиды и пенсионеры по инвалидности, водители и механизаторы	3
Лесники	4

Поскольку в проведенных ранее исследованиях было установлено, что различие по дозе внутреннего облучения у мужчин и женщин в среднем составляет 3 0%, следовательно, установленная закономерность должна сохраняться и для распределения дозы внутреннего облучения в группах профессий мужчин и женщин [7]. В результате проведенного статистического анализа была установлена достоверность различий доз внутреннего облучения между мужчинами и женщинами всех профессий с помощью теста Колмогорова — Смирнова.

Методом однофакторного дисперсионного анализа, были выявлены 7 групп профессий, различающихся по полу и профессиональной занятости, которые представлены в таблице 3.

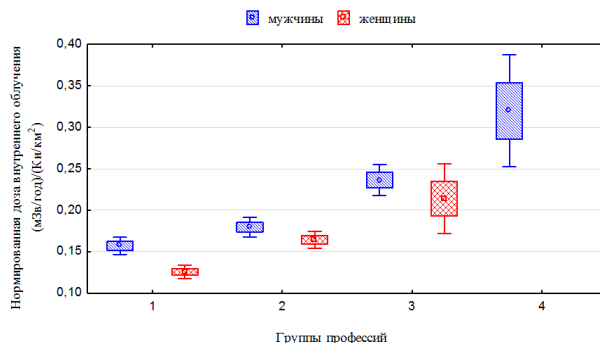
Таблица 3 — Группы профессий среди мужчин и женщин

Профессия	
мужчины	женщины
Военнослужащие, медработники	Служащие, медработники, рабочие специальности
Рабочие специальности, служащие, инвалиды, работники сельского хозяйства	Работники сельского хозяйства, пенсионеры, инвалиды, безработные
Пенсионеры, безработные, животноводы	Работники лесного хозяйства, полеводы
Работники лесного хозяйства, полеводы	—

Достоверность различий средних значений дозы внутреннего облучения в каждой из 7 групп профессий подтверждена тестом Манн — Уитни и тестом Вальда — Вольфовица.

Среднее значение стандартного геометрического отклонения составляет 2,2, изменяется в диапазоне от 1,8 до 2,4, что позволяет говорить об адекватности сформированных групп.

На рисунке 3 представлены распределения средних значений дозы внутреннего облучения в 1997 г. в группах профессий среди мужчин и женщин.



**Рисунок 3 — Распределение дозы внутреннего облучения в каждой группе профессий среди мужчин и женщин**

Ранее было установлено, что распределение дозы внутреннего облучения в населенном пункте определяется личностными характеристиками каждого из жителей и каждая группа лиц, однородных по демографическим характеристикам, имеет свое определенное, постоянное во времени место на кривой распределения дозы. Исходя из этого, для каждой из выявленных групп профессий среди мужчин и женщин были рассчитаны значения квантилей распределения дозы. В таблице 4 представлены средние значения квантилей распределения дозы внутреннего облучения каждой группы.

**Таблица 4 — Средние значения квантилей распределения для соответствующих групп профессий среди мужчин и женщин**

Пол	Средние значения квантилей распределения дозы			
	группа профессий			
	1	2	3	4
Мужчины	71 %	78 %	85 %	91 %
Женщины	61 %	72 %	81 %	—

### Выводы

Статистический анализ позволил выявить 7 групп профессий среди мужчин и женщин, значительно различающихся по средним значениям дозы внутреннего облучения. Установлено, что каждой из выявленных групп профессий среди мужчин и женщин на кривой распределения дозы в населенном пункте проживания, соответствует определенное значение квантиля распределения дозы, что позволяет более достоверно прогнозировать индивидуализированную дозу внутреннего облучения.

Полученные результаты проведенного исследования позволяют повысить точность оценки индивидуальных доз внутреннего облучения у лиц, проживающих на радиоактивно загрязненной территории и тем самым снизить неопределенность оценок доз облучения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Реконструкция среднegrупповых и коллективных накопленных доз облучения жителей населенных пунктов Беларуси, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС: метод. указания / В. Ф. Миненко [и др.]. — Минск, 2002.
2. Реконструкция средней (индивидуализированной) накопленной эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году: метод. указания / Г. Я. Брук [и др.] // МУ 2.6.1.2004-05. (Дополнение 2 к МУ 2.6.1.579-96). — М., 2005.
3. Константинов, Ю. О. Внутреннее облучение радионуклидами цезия жителей западных районов Брянской области в первый год после аварии на ЧАЭС / Ю. О. Константинов // Сборник научных докладов международного семинара. ИБРАЭ РАН, 16–17 ноября 2006 г. — М., 2007. — С. 40–53.
4. Радиационный мониторинг облучения населения в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / М. И. Баллонов [и др.] // Руководство МАГАТЭ по ТС проекту RER/9/074/. — 2007. — 119 с.
5. Власова, Н. Г. Методологический подход к реконструкции индивидуальной дозы облучения населения, проживающего на загрязненной радионуклидами территории / Н. Г. Власова // Экологический вестник. — Минск, 2007. — № 2. — С. 13–22.
6. Власова, Н. Г. Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдаленный период аварии на ЧАЭС / Н. Г. Власова, Л. А. Чунихин, Д. Н. Дроздов // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2009. — № 4. — С. 397–406.
7. Дрозд, Е. А. Новый методический подход расчета индивидуализированных доз внутреннего облучения лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии на ЧАЭС / Е. А. Дрозд // Радиационная гигиена. — 2014. — Т. 7, № 4. — С. 134–143.
8. Дрозд, Е. А. Особенности формирования индивидуальных доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненной территории / Е. А. Дрозд, Ю. В. Висенберг, Н. Г. Власова // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. — 2014. — № 1 (11). — С. 33–38.