

## Радиационная обстановка на территориях Ленинградской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС

Г.Я. Брук<sup>1</sup>, А.Б. Базюкин<sup>1</sup>, А.А. Братилова<sup>1</sup>, О.А. Историк<sup>2</sup>, Л.А. Еремина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 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, Россия

<sup>2</sup> Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области

*Авария на Чернобыльской АЭС была самой масштабной из радиационных катастроф в мире. Она привела к радиоактивному загрязнению 14 регионов Российской Федерации. К зоне радиоактивного загрязнения с плотностью более 1,0 Ки/км<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs в 1991 г. было отнесено 4540 населенных пунктов. По состоянию на 2016 г. к зоне радиоактивного загрязнения в Российской Федерации по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» отнесено 3855 населенных пунктов с населением более 1,5 млн человек. В соответствии с этим постановлением, в Ленинградской области 29 населенных пунктов отнесены к зонам радиоактивного загрязнения. В настоящей статье описывается динамика изменения радиационной обстановки и ее современное состояние на территориях Ленинградской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Приведены данные о динамике содержания <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пищевых продуктах местного происхождения, результаты расчетов текущих средних годовых эффективных доз, используемых для целей зонирования населенных пунктов, и фактически полученных населением средних годовых эффективных доз облучения, начиная с 1986 г. По результатам лабораторных исследований с 1987 г. превышений допустимых уровней по содержанию цезия-137 в сельскохозяйственной продукции и продовольственном сырье местного производства не выявлено, в дикорастущей продукции (грибах) периодически обнаруживались превышения допустимых уровней по цезию-137. Случаев превышения допустимых уровней по содержанию стронция-90 в пищевых продуктах, воде питьевой и воде из открытых водоемов не регистрировалось за весь период наблюдений, определяемая активность находилась на уровне в десятки и сотни раз меньше допустимых уровней. Консервативно оцениваемые средние годовые эффективные дозы облучения, используемые для целей зонирования населенных пунктов, в 2016 г. у жителей населенных пунктов Ленинградской области, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, не превышают 0,090 мЗв/год. Фактически полученные населением в 2016 г. средние годовые эффективные дозы облучения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС не превышают 0,082 мЗв/год. Таким образом, по результатам мониторинга радиационной обстановки, ситуация, связанная с воздействием источников ионизирующего излучения в Ленинградской области, образовавшихся вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, в настоящее время характеризуется как безопасная.*

**Ключевые слова:** авария на Чернобыльской АЭС, население, критическая группа населения, внешнее облучение, внутреннее облучение, доза облучения, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr.

### Введение

Авария на Чернобыльской АЭС (далее – ЧАЭС) в 1986 г. привела к радиоактивному загрязнению значительных территорий европейской части Российской Федерации и сопредельных государств. В настоящее время в зонах радиоактивного загрязнения Российской Федерации на-

ходится 3855 населенных пунктов (далее – НП), где проживают более 1,5 млн человек [1].

Наиболее интенсивно загрязнена Брянская область: так, в Красногорском районе до сих пор есть населенные пункты с загрязнением почвы цезием-137 более 40 Ки/км<sup>2</sup>. Значительно пострадали также Тульская, Калужская и

**Брук Геннадий Яковлевич**

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.  
Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: gen-bruk@yandex.ru

Орловская области. Кроме этих четырех областей, еще в 10 субъектах Российской Федерации, в том числе в Ленинградской области, имеются населенные пункты, расположенные в зонах радиоактивного загрязнения.

В соответствии с Законом Российской Федерации от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», уровни защитных мероприятий на радиоактивно загрязненных территориях определяются отнесением НП к той или иной зоне, в зависимости от величины поверхностного загрязнения почвы цезием-137 и значением средней годовой эффективной дозы (СГЭД), которая может быть получена жителями НП в условиях отсутствия активных мер радиационной защиты. Для учета погрешностей оценки СГЭД в результаты ее расчета включали коэффициент запаса, определяя величину, предназначенную сугубо для целей зонирования, как верхний 90% квантиль распределения значений СГЭД у жителей НП, определенной для условий проживания и хозяйственной деятельности «без активных мер радиационной защиты» (СГЭД<sub>90</sub>).

Все расчеты СГЭД<sub>90</sub> проводятся согласно действующим методическим указаниям МУ 2.6.1.784-99, МУ 2.6.1.1101-02, МУ 2.6.1.2319-08 и МУ 2.6.1.3154-13 [2–5].

При выполнении процедуры зонирования учитывается статистическая погрешность определения СГЭД у жителей НП для условий проживания и хозяйственной деятельности «без активных мер радиационной защиты» и вносится соответствующий коэффициент запаса. Вероятность того, что в НП, отнесенных к зонам ниже дозовой границы 1 или 5 мЗв в год, фактическая средняя доза у жителей превысит эти границы, ниже 10% [2].

В отличие от СГЭД<sub>90</sub>, при оценке средних накопленных эффективных доз (СНЭД) используются алгоритмы, благодаря которым определяются фактические дозы. Расчеты СНЭД проводятся согласно действующим методическим указаниям МУ 2.6.1.579-96, МУ 2.6.1.1114-02, 2.6.1.2004-05 и МУ 2.6.1.3153-13 [6–9].

Наиболее достоверная информация о фактических уровнях облучения населения может быть получена только на основании данных радиационного мониторинга, проводимого на загрязненных территориях, включая прямые инструментальные измерения (с помощью счетчиков излучения человека и термолюминесцентных дозиметров, измерений мощностей доз в воздухе внутри НП и в его ареале, радиохимические и гамма-спектрометрические анализы проб пищевых продуктов).

Результаты, полученные в проведенных ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева исследованиях, позволили установить закономерности формирования доз облучения населения, проживающего в НП, расположенных на территориях с разными уровнями поверхностного загрязнения почвы цезием-137. Благодаря этому появилась возможность оценивать дозы облучения населения не только в обследованных НП, но и во всех НП, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения [10].

В статье приведены данные о динамике содержания <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пищевых продуктах местного происхождения и результаты расчетов текущих СГЭД<sub>90</sub> у жителей НП Ленинградской области, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС, а также фактически полученных населением средних годовых эффективных доз облучения (СГЭД<sub>факт</sub>), начиная с 1986 г.

**Цель исследования** – оценка последствий радиационного загрязнения территории Ленинградской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г.

### Материалы и методы

Оценка динамики изменения радиационной обстановки и ее современного состояния на территориях Ленинградской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, выполнена на основании данных радиологической лаборатории испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» и испытательной лаборатории ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева.

Определение цезия-137 и стронция-90 в исследуемых образцах пищевых продуктов проводили в радиологической лаборатории испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» и в испытательной лаборатории ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева радиометрическим, гамма-бета-спектрометрическим и радиохимическим методами исследований.

Расчеты СГЭД<sub>90</sub> и СГЭД<sub>факт</sub> выполнены сотрудниками ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева на основе анализа всей собранной информации, включая имеющиеся архивные материалы.

### Результаты и обсуждение

Основными показателями для оценки динамики изменения радиационной обстановки и ее современного состояния на территории Ленинградской области вследствие аварии на ЧАЭС были выбраны данные о содержании <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пищевых продуктах местного происхождения за период 1986–2016 гг., текущие дозы облучения населения СГЭД<sub>90</sub> и СГЭД<sub>факт</sub> за период 1986–2016 гг.

Проанализированы и обобщены данные 889 измерений проб основных дозообразующих пищевых продуктов (молоко, картофель, грибы), отобранных за период 1986–2016 гг. в НП двух районов Ленинградской области, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

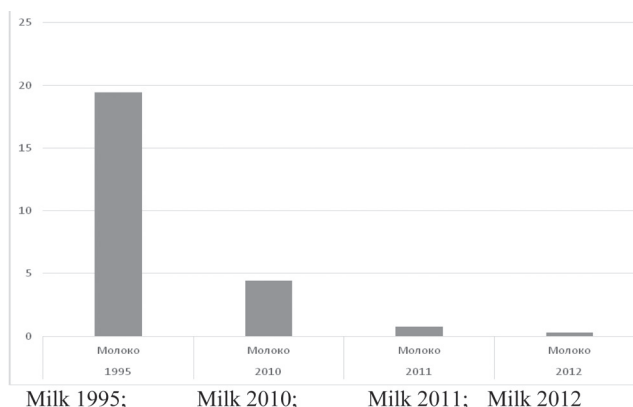
По результатам лабораторных исследований с 1987 г. превышений допустимых уровней (ДУ) по содержанию цезия-137 в пищевых продуктах и продовольственном сырье местного производства не выявлено, в дикорастущей продукции (грибах) периодически обнаруживались превышения нормативов по цезию-137.

Случаев превышения ДУ стронция-90 в пищевых продуктах, воде питьевой и воде из открытых водоемов не регистрировалось, определяемая активность находится на уровне в десятки и сотни раз меньше допустимых уровней.

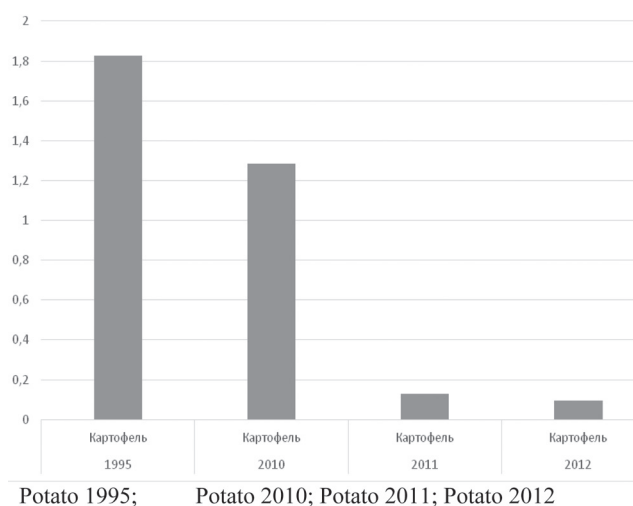
Результаты исследований проб молока, картофеля и грибов в разные годы после аварии на ЧАЭС иллюстрируются рисунками 1–3.

К сожалению, на исследование в разные годы отбирали разные виды грибов. Этим объясняется отсутствие какой-либо закономерности в динамике изменения средней удельной активности <sup>137</sup>Cs в пробах грибов.

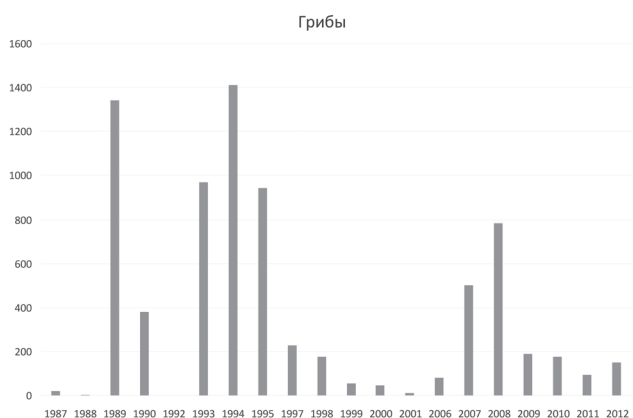
В таблице 1 в качестве примера приведены результаты измерений удельной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в 24 пробах пищевых продуктов, отобранных специалистами ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева в населенных пунктах Ленинградской области в 2010 г.



**Рис. 1.** Средняя удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробах молока в разные годы после аварии на ЧАЭС, Бк/кг (85 проб)  
**[Fig. 1.** Average concentration of <sup>137</sup>Cs in milk samples in different years after the Chernobyl accident, Bq/kg (85 samples)]



**Рис. 2.** Средняя удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробах картофеля в разные годы после аварии на ЧАЭС, Бк/кг (70 проб)  
**[Fig. 2.** Average concentration of <sup>137</sup>Cs in potato samples in different years after the Chernobyl accident, Bq/kg (70 samples)]



**Рис. 3.** Средняя удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробах грибов свежесобранных (на сырой вес) в разные годы после аварии на ЧАЭС, Бк/кг (202 пробы)  
**[Fig. 3.** Average concentration of <sup>137</sup>Cs in samples of freshly harvested mushrooms (wet weight) in different years after the Chernobyl accident, Bq/kg (202 samples)]

Таблица 1

Средняя удельная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пробах пищевых продуктов, отобранных в населенных пунктах Ленинградской области в 2010 г., Бк/кг

[Table 1

The average concentration of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in samples of food products collected in settlements of the Leningrad region in 2010, Bq / kg]

НП [Settlement]	Продукт [Food product]	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Волна [Volna]	Картофель [Potato]	0,35	0,05
Волна [Volna]	Молоко коровье [Cow milk]	0,23	0,10
Голубовицы [Golubovitsy]	Картофель [Potato]	0,26	0,02
Гомонтово [Gomontovo]	Картофель [Potato]	0,28	0,03
Кайкино [Kaykino]	Картофель [Potato]	0,25	0,02
Красная Мыза [Krasnaya Myza]	Картофель [Potato]	0,35	0,03
Лелино [Lelino]	Картофель [Potato]	0,39	0,05
Малое Руддилово [Maloe Ruddilovo]	Грибы [Mushrooms]	4,8	0,11
Малое Руддилово [Maloe Ruddilovo]	Картофель [Potato]	0,24	0,06
Малое Руддилово [Maloe Ruddilovo]	Молоко коровье [Cow milk]	0,33	0,04
Малое Тешково [Maloe Teshkovo]	Картофель [Potato]	2,07	0,04
Монастырьки [Monastyрки]	Грибы [Mushrooms]	170	0,44
Монастырьки [Monastyрки]	Картофель [Potato]	2,09	0,05
Монастырьки [Monastyрки]	Молоко коровье [Cow milk]	0,52	0,08
Сельцо [Seltso]	Грибы [Mushrooms]	330	1,2
Сельцо [Seltso]	Картофель [Potato]	0,20	0,03
Синковицы [Sinkovitsy]	Картофель [Potato]	1,1	0,04
Систа [Sista]	Картофель [Potato]	0,27	0,07
Слободка [Slobodka]	Картофель [Potato]	0,22	0,04
Старые Бегуницы [Starye Begunitsy]	Картофель [Potato]	0,30	0,03
Старые Смолеговицы [Starye Smolegovitsy]	Картофель [Potato]	0,28	0,04
Томарово [Tomarovo]	Картофель [Potato]	0,25	0,02

Стандартная ошибка среднего для всех проб составила около 25%  
 [The standard error of the mean for all samples was about 25%].

В качестве исходных данных для проведения расчетов СГЭД<sub>90</sub> были использованы:

- результаты измерений удельной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пробах молока, картофеля и грибов местного происхождения;
- данные о группах и типах почв, преобладающих в населенных пунктах (НП) или общественных хозяйствах;
- данные о структуре жилого фонда в НП;
- официальные данные Росгидромета за 01.01.2016 г. о плотности загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в НП.

Для тех НП, где количество проанализированных проб не отвечало требованиям МУ или содержание радионуклидов в этих пробах было настолько мало, что чувствительность измерительной аппаратуры оказывалась недостаточной для получения достоверных результатов, удельную активность радионуклидов в молоке, картофеле и грибах оценивали в соответствии

с МУ, по данным о преобладающих группах и типах почв с использованием численных значений коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в указанные пищевые продукты.

В таблице 2 приведены средние годовые эффективные дозы облучения (СГЭД<sub>90</sub>) в 2016 г. жителей 29 населенных пунктов Ленинградской области, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 8 октября 2015 г. № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Максимальное расчетное значение 0,090 мЗв/год было получено для д. Лужицы Кингисеппского района. Для сравнения: в селе Заборье Красногогорского района Брянской области величина СГЭД<sub>90</sub> в 2016 г. составляет 5,9 мЗв/год.

Таблица 2

**Средние годовые эффективные дозы облучения (СГЭД<sub>90</sub>) в 2016 г. жителей населенных пунктов Ленинградской области, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 8 октября 2015 г. № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»**

[Table 2]

**Average annual effective radiation doses (AAED<sub>90</sub>) of residents of settlements in the Leningrad Region, referred to radioactive contamination zones by the Government Directive No 1074 dated October 8, 2015 "On Approval of the List of settlements located within the boundaries of the zones of radioactive contamination from the Chernobyl disaster", 2016]**

№ п/п	Сельское поселение [Rural settlement]	НП [Settlement]	$\sigma_{137}(2016 \text{ г.})^*, \text{ Ки/км}^2$ [ $\sigma_{137}(2016 \text{ year})^*, \text{ Ci/km}^2$ ]	СГЭД <sub>90</sub> (внешнее), мЗв/год [AAED <sub>90</sub> (external) mSv/year]	СГЭД <sub>90</sub> (внутреннее), мЗв/год [AAED <sub>90</sub> (internal) mSv/year]	СГЭД <sub>90</sub> (сумма), мЗв/год [AAED <sub>90</sub> (total) mSv/year]
Волосовский район						
1	Бегуницкое [Begunitskoe]	Бегуницы [Begunitsy]	0,9	0,042	0,024	0,066
2	Бегуницкое [Begunitskoe]	Большое Тешково [Bolshoe Teshkovo]	0,8	0,037	0,022	0,059
3	Бегуницкое [Begunitskoe]	Ивановское [Ivanovskoe]	0,9	0,042	0,024	0,066
4	Бегуницкое [Begunitskoe]	Марково [Markovo]	1,2	0,056	0,030	0,086
5	Бегуницкое [Begunitskoe]	Рукулицы [Rukulitsy]	0,7	0,033	0,020	0,053
6	Большеврудское [Bolshevrudskoe]	Большая Вруда [Bolshaya Vruda]	0,6	0,028	0,016	0,044
7	Изварское [Izvarskoe]	Чёрное [Chernoe]	0,6	0,028	0,016	0,044
Кингисеппский район						
8	Фалилеевское [Falileevskoe]	Домашово [Domashovo]	0,6	0,028	0,022	0,050
9	Фалилеевское [Falileevskoe]	Кайболово [Kaybolovo]	0,9	0,042	0,029	0,071
10	Фалилеевское [Falileevskoe]	Ратчино [Ratchino]	0,9	0,042	0,029	0,071
11	Котельское [Kotelskoe]	Великино [Velikino]	0,8	0,037	0,025	0,062
12	Котельское [Kotelskoe]	Велькота [Velkota]	0,6	0,028	0,020	0,048

№ п/п	Сельское поселение [Rural settlement]	НП [Settlement]	$\sigma_{137}$ (2016 г.)*, Ки/км <sup>2</sup> [ $\sigma_{137}$ (2016 year)*, Ci/km <sup>2</sup> ]	СГЭД <sub>90</sub> (внешнее), мЗв/год [AAED <sub>90</sub> (external) mSv/year]	СГЭД <sub>90</sub> (внутреннее), мЗв/год [AAED <sub>90</sub> (internal) mSv/year]	СГЭД <sub>90</sub> (сумма), мЗв/год [AAED <sub>90</sub> (total) mSv/year]
13	Котельское [Kotelskoe]	Войносолово [Voynosolovo]	0,6	0,028	0,020	0,048
14	Котельское [Kotelskoe]	Караваево [Karavaevo]	0,8	0,037	0,025	0,062
15	Котельское [Kotelskoe]	Котлы [Kotly]	0,6	0,028	0,020	0,048
16	Котельское [Kotelskoe]	Маттия [Mattiya]	0,6	0,028	0,020	0,048
17	Котельское [Kotelskoe]	Нарядово [Naryadovo]	0,6	0,028	0,020	0,048
18	Котельское [Kotelskoe]	Неппово [Neppovo]	0,7	0,033	0,023	0,056
19	Котельское [Kotelskoe]	Раннолово [Rannolovo]	0,6	0,028	0,020	0,048
20	Котельское [Kotelskoe]	Ряттель [Ryattel]	0,8	0,037	0,025	0,062
21	Котельское [Kotelskoe]	Тарайка [Tarayka]	0,8	0,037	0,025	0,062
22	Котельское [Kotelskoe]	Тютицы [Tyutitsy]	0,7	0,033	0,023	0,056
23	Котельское [Kotelskoe]	Удосолово [Udosolovo]	0,8	0,037	0,025	0,062
24	Котельское [Kotelskoe]	Ундово [Undovo]	0,6	0,028	0,020	0,048
25	Нежновское [Nezhnovskoe]	Нежново [Nezhново]	0,7	0,033	0,029	0,062
26	Усть-Лужское [Ust-Luzhskoe]	Гакково [Gakkovo]	0,8	0,037	0,053	0,090
27	Усть-Лужское [Ust-Luzhskoe]	Кирьямо [Kiryamo]	0,6	0,028	0,044	0,072
28	Усть-Лужское [Ust-Luzhskoe]	Лужицы [Luzhitsy]	0,8	0,037	0,053	0,090
29	Усть-Лужское [Ust-Luzhskoe]	Усть-Луга [Ust-Luga]	0,7	0,033	0,048	0,081

\*  $\sigma_{137}$ (2016 г.) – поверхностная активность <sup>137</sup>Cs в почве на 01.01.2016 г. (по данным Росгидромета) [ $\sigma_{137}$ (2016) – surface contamination density of <sup>137</sup>Cs in soil as of 01.01.2016 (according to Roshydromet)].

Годовую дозу определяет как внешнее облучение, так и внутреннее. Соотношение вкладов доз внешнего и внутреннего облучения в суммарной дозе варьирует в широких пределах. Так, в Брянской, Калужской и Ленинградской областях, с преобладанием дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв, вклад внутреннего облучения в суммарную дозу облучения достигает 50% и более. Напротив, в субъектах Российской Федерации

(например, в Орловской и Тульской областях), где высока доля плодородных почв (черноземов), вклад внутреннего облучения в суммарную дозу в подавляющем большинстве НП составляет не более 15% [11].

В таблице 3 приведены результаты оценки фактически полученных населением Ленинградской области средних годовых эффективных доз облучения (СГЭД<sub>факт</sub>) в разные годы после аварии на ЧАЭС.



Таблица 3

Результаты оценки фактически полученных населением средних годовых эффективных доз облучения (СГЭД<sub>факт</sub>) в разные годы после аварии на ЧАЭС

[Table 3]

The results of an estimate of the actual average annual effective radiation doses received by the population (AAED<sub>act</sub>) in different years after the accident at the Chernobyl NPP

Администрация (сельсовет) [Administration (rural council)]	НП [Settlement]	$\sigma_{137}^{(1986 \text{ г.})^*}$ , Ки/км <sup>2</sup> [ $\sigma_{137}^{(1986 \text{ year})^*}$ , Ci/km <sup>2</sup> ]	СГЭД <sub>факт</sub> (1986), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (1986), mSv/year]	СГЭД <sub>факт</sub> (1997), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (1997), mSv/year]	СГЭД <sub>факт</sub> (2007), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (2007), mSv/year]	СГЭД <sub>факт</sub> (2016), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (2016), mSv/year]
Волосовский район						
Бегуницкий [Begunitskiy]	Бегуницы [Begunitsy]	1,75	6,27	0,118	0,080	0,061
Бегуницкий [Begunitskiy]	Бегуницы [Begunitsy]	1,75	6,27	0,118	0,080	0,061
Бегуницкий [Begunitskiy]	Большое Тешково [Bolshoe Teshkovo]	1,51	5,43	0,102	0,069	0,053
Бегуницкий [Begunitskiy]	Ивановская [Ivanovskaya]	1,75	6,27	0,118	0,080	0,061
Бегуницкий [Begunitskiy]	Марково [Markovo]	2,33	8,36	0,157	0,107	0,082
Бегуницкий [Begunitskiy]	Ругулицы [Rugulitsy]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Врудский [Vrudskiy]	Большая Вруда [Bolshaya Vruda]	1,36	4,87	0,091	0,062	0,048
Изварский [Izvarskiy]	Черное [Chernoe]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Кингисеппский район						
Кайболовский [Kaybolovskiy]	Домашово [Domashovo]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Кайболовский [Kaybolovskiy]	Кайболово [Kaybolovo]	1,75	6,27	0,118	0,080	0,061
Кайболовский [Kaybolovskiy]	Ратчино [Ratchino]	1,75	6,27	0,118	0,080	0,061
Котельский [Kotelskiy]	Великино [Velikino]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Котельский [Kotelskiy]	Велькота [Velkota]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Котельский [Kotelskiy]	Войносоолово [Voynosolovo]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Котельский [Kotelskiy]	Караваево [Karavaevo]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Котельский [Kotelskiy]	Котлы [Kotly]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Котельский [Kotelskiy]	Маттия [Mattiya]	1,36	4,87	0,091	0,062	0,048
Котельский [Kotelskiy]	Нарядово [Naryadovo]	1,36	4,87	0,091	0,062	0,048
Котельский [Kotelskiy]	Неппово [Neppovo]	1,36	4,87	0,091	0,062	0,048
Котельский [Kotelskiy]	Роннолово [Ronnovalo]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Котельский [Kotelskiy]	Ряттель [Ryattel]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054

Администрация (сельсовет) [Administration (rural council)]	НП [Settlement]	$\sigma_{137}$ (1986 г.)*, Ки/км <sup>2</sup> [ $\sigma_{137}$ (1986 year)*, Ci/km <sup>2</sup> ]	СГЭД <sub>факт</sub> (1986), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (1986), mSv/year]	СГЭД <sub>факт</sub> (1997), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (1997), mSv/year]	СГЭД <sub>факт</sub> (2007), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (2007), mSv/year]	СГЭД <sub>факт</sub> (2016), мЗв/год [AAED <sub>act</sub> (2016), mSv/year]
Котельский [Kotelskiy]	Тарайка [Tarayka]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Котельский [Kotelskiy]	Тютицы [Tyutitsy]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Котельский [Kotelskiy]	Удосолово [Udosolovo]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Котельский [Kotelskiy]	Ундово [Undovo]	1,16	4,18	0,078	0,053	0,041
Усть-Лужский [Ust-Luzhskiy]	Гаково [Gakovo]	1,75	6,27	0,118	0,080	0,061
Усть-Лужский [Ust-Luzhskiy]	Кирьямо [Kiryamo]	1,18	4,25	0,080	0,054	0,041
Усть-Лужский [Ust-Luzhskiy]	Лужицы [Luzhitsy]	1,55	5,57	0,104	0,071	0,054
Усть-Лужский [Ust-Luzhskiy]	Усть-Луга [Ust-Luga]	1,45	5,22	0,098	0,067	0,051
Нежновский [Nezhnovskiy]	Нежново [Nezhново]	1,36	4,87	0,091	0,062	0,048

\*  $\sigma_{137}$ (1986 г.) – поверхностная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почве на момент начала радиоактивных выпадений (по данным Росгидромета)  
[ $\sigma_{137}$ (1986) – surface concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in soil at the beginning of the radioactive fallouts (according to Roshydromet)].

### Заключение

По результатам лабораторных исследований, с 1987 г. превышений допустимых уровней по содержанию цезия-137 в сельскохозяйственной продукции и продовольственном сырье местного производства не выявлено, в дикорастущей продукции (грибах) периодически обнаруживались превышения допустимых уровней по цезию-137.

Случаев превышения допустимых уровней по содержанию стронция-90 в пищевых продуктах, воде питьевой и воде из открытых водоемов не регистрировалось за весь период наблюдений, определяемая активность находилась на уровне в десятки и сотни раз меньше допустимых уровней.

Консервативно оцениваемые средние годовые эффективные дозы облучения, используемые для целей зонирования населенных пунктов, в 2016 г. у жителей населенных пунктов Ленинградской области, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, не превышают 0,090 мЗв/год. Фактически полученные населением в 2016 г. средние годовые эффективные дозы облучения вследствие аварии на ЧАЭС не превышают 0,082 мЗв/год.

Таким образом, по результатам мониторинга радиационной обстановки, ситуация, связанная с воздействием источников ионизирующего излучения в Ленинградской области, образовавшихся вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, в настоящее время характеризуется как безопасная.

### Литература

1. Романович, И.К. Критерии и требования по обеспечению перехода населенных пунктов, отнесенных в результа-

те аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения / И.К. Романович, Г.Я. Брук, А.Н. Барковский [и др.] // Научно-практический рецензируемый журнал «Медико-биологические проблемы жизнедеятельности». – 2016. – № 1 (15). – С. 43–53.

2. Методические указания МУ 2.6.1.784-99 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения». – М.: Минздрав России, 1999.
3. Методические указания МУ 2.6.1.1101-02 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения (Дополнение № 1 к МУ 2.6.1.784-99)». – М.: Минздрав России, 2002.
4. Методические указания МУ 2.6.1.2319-08 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения (Дополнение № 2 к МУ 2.6.1.784-99)». – М., 2008.
5. Методические указания МУ 2.6.1.3154-13 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения (Изменения № 3 к МУ 2.6.1.784-99)». – М.: Роспотребнадзор, 2013.
6. Методические указания МУ 2.6.1.579-96 «Реконструкция средней накопленной в 1986-1995 гг. эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году». – М.: Минздрав России, 1996. – 33 с.
7. Методические указания МУ 2.6.1.1114-02 «Реконструкция средней накопленной в 1986-2001 гг. эффективной дозы

- облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году (Дополнение № 1 к МУ 2.6.1.579-96)». – М.: Минздрав России, 2002. – 8 с.
8. Методические указания МУ 2.6.1.2004-05 «Реконструкция средней (индивидуализированной) накопленной эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году (Дополнение 2 к МУ 2.6.1.579-96)». – М., 2005. – 15 с.
  9. Методические указания МУ 2.6.1.3153-13 «Реконструкция средней накопленной эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году (Изменения № 3 к МУ 2.6.1.579-96)». – М., 2014. – 7 с.
  10. Брук, Г.Я. Облучение населения Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и Основные направления дальнейшей работы на предстоящий период / Г.Я. Брук, А.Б. Базюкин, А.Н. Барковский [и др.] // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 4. – С. 72–83.
  11. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС / под ред. акад. РАН Г.Г. Онищенко и проф. А.Ю. Поповой. – СПб.: НИИРГ имени проф. П.В. Рамзаева, 2016. – Т. 1. – 448 с.
- Поступила: 15.08.2017 г.

**Брук Геннадий Яковлевич** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: gen-bruk@yandex.ru

**Базюкин Анатолий Борисович** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

**Братилова Анжелика Анатольевна** – научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

**Историк Ольга Александровна** – руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области, Санкт-Петербург, Россия

**Еремина Людмила Алексеевна** – заместитель начальника отдела санитарного надзора Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области, Санкт-Петербург, Россия

**Для цитирования:** Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Историк О.А., Еремина Л.А. Радиационная обстановка на территориях Ленинградской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 103–112. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-3-103-112

## Radiation situation on the territories of the Leningrad Region affected by the Chernobyl accident

Gennadiy Ya. Bruk<sup>1</sup>, Anatoliy B. Bazyukin<sup>1</sup>, Anzhelika A. Bratilova<sup>1</sup>, Olga A. Istorik<sup>2</sup>, Lyudmila A. Eremina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Leningrad Region

**Gennadiy Ya. Bruk**

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

**Address for correspondence:** Mira Str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: gen-bruk@yandex.ru



*The accident at the Chernobyl nuclear power plant was the largest nuclear accident in the world. It led to radioactive contamination of 14 regions of the Russian Federation. In 1991, 4540 settlements were attributable to areas with levels of soil contamination by  $^{137}\text{Cs}$  of more than 1.0 Ci/km<sup>2</sup>. As of 2016, 3855 settlements with the population of more than 1.5 million people are carried to a zone of radioactive contamination according to the Government Directive No 1074 dated October 8, 2015 «On Approval of the List of settlements located within the boundaries of the zones of radioactive contamination from the Chernobyl disaster». In accordance with this Directive, in the Leningrad region 29 settlements were classified as zones of radioactive contamination. This article describes the dynamics of changes in the radiation situation and its current state in the territories of the Leningrad Region affected by the Chernobyl accident. The paper presents the dynamics of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  contents in food products of local origin, the results of calculations of the current average annual effective doses used for the purposes of settlements' zoning, and the average annual effective radiation doses actually received by the population, dating back to 1986. According to the results of laboratory studies, since 1987, there have been no exceedances of the permissible levels for  $^{137}\text{Cs}$  in agricultural products and food raw materials of local origin. However in the wild products (mushrooms) excesses of the permissible levels for  $^{137}\text{Cs}$  have been periodically detected. The cases of exceeding the permissible levels for the content of strontium-90 in food, drinking water and water from open water bodies were not recorded for the entire observation period; the determined activity was at the level of tens and hundreds of times less than the permissible levels. In 2016, conservatively estimated average annual effective doses of exposure used for the purposes of settlements' zoning, of residents of settlements in the Leningrad region, referred to the zones of radioactive contamination, do not exceed 0.090 mSv / year. The average annual dose actually received by the population in 2016, does not exceed 0.082 mSv / year. Thus, based on the results of the radiation monitoring, the situation associated with the impact of ionizing radiation sources in the Leningrad Region, formed as a result of the Chernobyl accident, currently is characterized as safe.*

**Key words:** Chernobyl NPP accident, population, critical group of the population, external exposure, internal exposure, radiation dose,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ .

## References

1. Romanovich I.K., Bruk G.Ya., Barkovsky A.N., Bratilova A.A., Gromov A.V. Criteria and requirements for providing of the conversion of the settlements referred to the territories of radioactive contamination due to the Chernobyl accident to the conditions of the population normal life activity. «Medical and Biological Problems of Life Activity». Scientific and Practical Journal, 2016, № 1 (15), pp. 43-53. (In Russian).
2. Methodical guidelines. MG 2.6.1.784-99, 1999. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose, Moscow, Minzdrav of the Russian Federation, 1999. (In Russian).
3. Methodical guidelines. MG 2.6.1.1101-02. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose (Addendum No. 1 to MG 2.6.1.784-99). Moscow, Minzdrav of the Russian Federation, 2002. (In Russian).
4. Methodical guidelines. MG 2.6.1. 2319-08. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose (Addendum No. 2 to MG 2.6.1.784-99). Moscow, 2008. (In Russian).
5. Methodical guidelines. MG 2.6.1. 3154-13. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose (Addendum No. 3 to MG 2.6.1.784-99). Rospotrebnadzor, 2013. (In Russian).
6. Methodological guidelines. MG 2.6.1.579-96. The reconstruction of population average accumulated in 1986 – 1995 effective exposure dose in radioactively contaminated Russian settlements after 1986 Chernobyl NPP accident. Moscow, Minzdrav of Russia, 1996, 33 p. (In Russian).
7. Methodological guidelines. MG 2.6.1.1114-02. The reconstruction of population average accumulated in 1986 – 2001 effective exposure dose in radioactively contaminated Russian settlements after 1986 Chernobyl NPP accident (Addendum No. 1 to MG 2.6.1.579-96). Moscow, Minzdrav of Russia, 2002, 8 p. (In Russian).
8. Methodological guidelines. MG 2.6.1.2004-05. The reconstruction of population average (individualized) accumulated effective exposure dose in radioactively contaminated Russian Federation settlements after 1986 Chernobyl NPP accident (Addendum No. 2 to MG 2.6.1.579-96). Moscow, 2005, 15 p. (In Russian).
9. Methodological guidelines. MG 2.6.1.3153-13. The reconstruction of population average accumulated effective exposure dose in radioactively contaminated Russian Federation settlements after 1986 Chernobyl NPP accident (Addendum No. 3 to MG 2.6.1.579-96). Moscow, 2014, 7 p. (In Russian).
10. Bruk G.Ya., Bazykin A.B., Barkovsky A.N., Bratilova A.A., Vlasov A.Yu., Goncharova Yu.N., Gromov A.V., Jesko T.V., Ivanov S.A., Kaduka M.V., Kravtsova O.S., Kuchumov V.V., Romanovich I.K., Saprykin K.A., Titov N.V., Travnikova I.G., Yakovlev V.A. The exposure for populations of the Russian Federation due to the Chernobyl accident and main directions of further work in the coming period. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2014, Vol. 7, № 4, pp. 72-83. (In Russian).
11. Radiological and hygienic issues of the mitigation of the Chernobyl NPP accident consequences. Ed.: G.G. Onishchenko, A. Yu. Popova. St. Petersburg., Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, 2016, Vol.1, 448 p. (In Russian).

Received: August 15, 2017

**For correspondence: Gennadiy Ya. Bruk** – Candidate of Technical Science, Senior Researcher, Head of the Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, St.-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: gen-bruk@yandex.ru)

**Anatoliy B. Bazyukin** – Candidate of Biological Science, Lead Researcher, Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

**Anzhelika A. Bratilova** – Researcher, Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

**Olga A. Istorik** – Head, the Leningrad region Department of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg, Russia

**Lyudmila A. Eremina**– Deputy Chief, Sanytary Survivalence Department, the Leningrad region Department of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg, Russia

**For citation: Bruk G.Ya., Bazyukin A.B, Bratilova A.A., Istorik O.A., Eremina L.A. Radiation situation on the territories of the Leningrad Region affected by the Chernobyl accident. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 3, pp. 103-112. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-3-103-112**