

© Романович И.К., Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Яковлев В.А., 2020
УДК 614.876:621.039.586(477.41)

Динамика средних годовых и накопленных доз облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС

И.К. Романович, Г.Я. Брук, А.Б. Базюкин, А.А. Братилова, В.А. Яковлев

ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Роспотребнадзора,
ул. Мира, д. 8, г. Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Резюме: Цель исследования. изучение закономерностей формирования годовых и накопленных доз. В настоящей статье объектом исследования является динамика формирования средних годовых и накопленных доз облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС. *Результаты и выводы.* Выполнена оценка вклада доз внешнего и внутреннего облучения населения, полученных в первый год после аварии, в суммарные накопленные за 1986–2016 гг. дозы облучения населения, проживавшего на территориях с разными уровнями поверхностного загрязнения почвы ^{137}Cs . Вклад доз облучения населения, полученных в первый год после аварии, в суммарные накопленные за 1986–2016 гг. дозы облучения населения, проживающего на территориях с разными уровнями поверхностного загрязнения почвы ^{137}Cs , составляет более 30 %. По сравнению с внешним облучением доза внутреннего облучения, полученная в первый год после аварии, дает более высокий вклад в суммарную дозу облучения населения, накопленную за 1986–2016 гг. Дан прогноз средних годовых и накопленных доз облучения населения вплоть до 2056 года: в 2016 году фактическая средняя годовая доза облучения населения превышала 1,0 мЗв/год только в 19 населенных пунктах Брянской области, а к 2056 году их вообще не останется. В 2016 году в 55 населенных пунктах Брянской области средняя накопленная эффективная доза облучения населения превышала 70 мЗв (максимальное значение составило 299 мЗв). По прогнозу на 2056 год, общее количество населенных пунктов, в которых средняя накопленная эффективная доза облучения жителей будет равна или превысит 70 мЗв, составит 92. Все эти населенные пункты находятся только в Брянской области. Максимальное ожидаемое численное значение средней накопленной эффективной дозы составляет 374 мЗв. Выполнена оценка вклада дозы облучения населения, накопленной за период 1986–2016 гг., в дозу, накопленную за 70 лет (доза за жизнь). Вклад средней накопленной эффективной дозы за период 1986–2016 гг. в дозу, прогнозируемую на период 1986–2056 гг., составляет от 86 % до 94 %. Это означает, что основная часть накопленной дозы за жизнь уже получена местными жителями.

Ключевые слова: авария на Чернобыльской АЭС, население, внешнее облучение, внутреннее облучение, доза облучения, ^{137}Cs , ^{90}Sr .

Для цитирования: Романович И.К., Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Яковлев В.А. Динамика средних годовых и накопленных доз облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 3 (324). С. 33–38. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-33-38>

The Dynamics of the Average Annual and Cumulative Radiation Exposure Doses of the Adult Population of the Russian Federation after the Chernobyl Disaster

I.K. Romanovich, G.Ya. Bruk, A.B. Bazyukin, A.A. Bratilova, V.A. Yakovlev

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev,
8 Mira Street, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

Abstract: The purpose of the study was to study the patterns of forming average annual and cumulative exposure doses. The subject of the study was the dynamics of the average annual and cumulative doses of the adult population of the Russian Federation after the Chernobyl nuclear power plant accident. *Results and conclusions.* We estimated the contribution of external and internal exposure doses accumulated during the first year after the disaster into the total doses accumulated in 1986–2016 in the population living in the areas with different levels of ^{137}Cs activity in surface soil. The contribution of the exposure doses received during the first year after the accident into the total doses accumulated in 1986–2016 by the population of the regions with different levels of ^{137}Cs activity in surface soil was more than 30%. The contribution of the internal exposure dose received during the first year after the accident into the total exposure dose accumulated in 1986–2016 by the population exceeded that of the external dose. We predicted the average annual and cumulative exposure doses of the population until the year 2056: in 2016, the actual average annual exposure dose for the population exceeded 1.0 mSv/year only in 19 settlements of the Bryansk Region while by 2056 the number of such settlements would be null. In 2016, the average cumulative exposure dose of the population exceeded 70 mSv in 55 settlements of the Bryansk Region, the maximum being 299 mSv. According to the forecast for the year 2056, the total number of settlements in the Bryansk Region with the average cumulative exposure dose of the population equal to or greater than 70 mSv would approach 92. All these settlements are situated only in the Bryansk Region. The maximum expected value of the average cumulative exposure dose would be 374 mSv. We estimated the contribution of the population exposure dose accumulated in 1986–2016 into the exposure dose accumulated during 70 years (a lifetime dose). The contribution of the average accumulated effective exposure dose for 1986–2016 into the dose predicted for 1986–2056 ranged 86% to 94%. This means that the major part of the lifetime dose has been already accumulated by the locals.

Key words: Chernobyl disaster, population, external exposure, internal exposure, exposure dose, ^{137}Cs , ^{90}Sr .

For citation: Romanovich IK, Bruk GYa, Bazyukin AB, Bratilova AA, Yakovlev VA. The dynamics of the average annual and cumulative radiation exposure doses of the adult population of the Russian Federation after the Chernobyl Disaster. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; 3(324):33–38. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-33-38>

Information about the authors: Romanovich I.K., <https://orcid.org/0000-0003-0668-459X>; Bruk G.Ya., <https://orcid.org/0000-0002-9558-7558>; Bazyukin A.B., <https://orcid.org/0000-0002-9853-0696>; Bratilova A.A., <https://orcid.org/0000-0002-6489-3974>; Yakovlev V.A., <https://orcid.org/0000-0002-8705-8058>.

Введение. Авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) является самой масштабной из радиационных катастроф в мире. По состоянию на 2016–2019 гг. к зонам радиоактивного загрязнения в Российской Федерации относятся

3855 населенных пунктов (НП), в которых проживает более 1,5 млн человек¹.

В наибольшей степени подверглась радиоактивному загрязнению Брянская область. Так, в Красногорском районе до сих пор

¹ Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

в ряде населенных пунктов сохраняется уровень загрязнения почвы ^{137}Cs более $1,5 \text{ МБк/м}^2$. Значительно пострадали также Тульская, Калужская и Орловская области. Кроме этих четырех областей еще в 10 субъектах Российской Федерации имеются населенные пункты, расположенные в зонах радиоактивного загрязнения.

Целью настоящей работы явилось изучение закономерностей формирования средних годовых и накопленных доз облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС.

Основные задачи работы:

– анализ доз внешнего и внутреннего облучения взрослого населения пострадавших субъектов Российской Федерации в разные временные периоды после аварии;

– оценка вклада доз внешнего и внутреннего облучения населения за первые годы после аварии в дозу, накопленную за период 1986–2016 гг.;

– прогноз средних годовых и накопленных доз облучения населения до 2056 года.

Материалы и методы. В статье [1] приведены оценки средних накопленных эффективных доз (СНЭД) облучения населения, постоянно проживавшего в 1986–2016 гг. в НП, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения¹.

Дозы облучения были рассчитаны в соответствии с методическими указаниями МУ 2.6.1.579–96² с учетом дополнений и изменений к ним (МУ 2.6.1.1114–02³, МУ 2.6.1.2004–05⁴ и МУ 2.6.1.3153–13⁵).

Представленные в статье [1] средние накопленные эффективные дозы облучения населения включают в себя дозы внешнего облучения от всех выпавших радионуклидов и дозы внутреннего облучения радионуклидами цезия (^{137}Cs и ^{134}Cs) и стронция (^{90}Sr и ^{89}Sr). Вклад других радионуклидов (кроме ^{131}I) в дозу внутреннего облучения не превышает 1%. Оценочные значения СНЭД в [1] приведены без учета вклада в нее доз облучения щитовидной железы радионуклидами йода. Аналогичные оценки СНЭД приведены также и в статье [2] в виде распределения населенных пунктов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей по величине СНЭД за более короткий период времени – 1986–2014 гг.

Радиационный мониторинг, результаты которого были использованы в [1] для оценки накопленных с момента аварии по 2016 год доз облучения населения, включал в себя определение поверхностной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве, измерение мощностей доз гамма-излучения в воздухе и индивидуальных доз внешнего

облучения жителей, измерение содержания радионуклидов в пищевых продуктах местного сельскохозяйственного производства, а также в природных пищевых продуктах, измерение содержания радионуклидов цезия в организме жителей [3–11].

В соответствии с МУ 2.6.1.579–96² расчет СНЭД за любой промежуток времени проводят с использованием результатов определения фактических средних годовых эффективных доз (СГЭД_{факт}) облучения населения за данный временной период и последующим их суммированием.

В качестве средней накопленной эффективной дозы у жителей НП консервативно была принята СНЭД для взрослого населения, так как, по данным мониторинга облучения населения в зоне Чернобыльской аварии, средняя годовая эффективная доза у детей различных возрастных групп не превышала средней дозы у взрослых того же НП [12]. Расчеты доз базируются на данных по загрязнению почвы ^{137}Cs , представленных Росгидрометом на 01.01.2016.

В статье [1] для расчета СНЭД внешнего облучения весь период 1986–2016 гг. разделяли на два временных интервала: первый год после Чернобыльской аварии и все последующие. При расчете дозы за первый год после аварии:

– учитывали вклад в дозу внешнего облучения жителей от гамма-излучения всех выпавших радионуклидов;

– из-за значительного изменения мощности дозы гамма-излучения в первые месяцы после аварии учитывали сезонные изменения факторов поведения населения.

Сам расчет эффективной дозы у представителей i -й группы взрослого населения, проживающих в домах k -го типа, осуществляли по формуле (2.10) МУ 2.6.1.547–96.

При расчете дозы за второй интервал времени ($1 < t \leq 30$ лет после аварии):

– учитывали вклад в дозу внешнего облучения жителей только гамма-излучения цезия-137 и цезия-134, т. к. вкладом гамма-излучения остальных радионуклидов можно пренебречь;

– из-за незначительного изменения мощности дозы, связанного со временем года, использовали среднегодовые значения факторов поведения населения.

Расчет эффективной дозы у представителей i -й группы взрослого населения, проживающих в домах k -го типа, проводили по формуле (2.12) или (2.11) МУ 2.6.1.547–96, в зависимости от того, проводилась или не проводилась в НП инженерная дезактивация.

Среднюю накопленную эффективную дозу внешнего облучения жителей НП рассчитывали

¹ Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

² 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.

³ 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.

⁴ МУ 2.6.1.2004–05 «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 № 2 к МУ 2.6.1.579–96». М.: Минздрав России, 2005. 16 с.

⁵ МУ 2.6.1.3153–13 «Реконструкция средней (индивидуализированной) накопленной эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Дополнение № 3 к МУ 2.6.1.579–96». М., 2014. 6 с.

путем усреднения аналогичных значений для отдельных групп населения. При наличии данных о структуре взрослого населения расчет средней накопленной дозы внешнего облучения жителей НП производили по формуле:

$$E^{ext} = \sum \alpha_{k,i} \cdot E_{k,i}^{ext}, \quad (1)$$

где $\alpha_{k,i}$ — доля взрослого населения i -й группы в НП, проживающего в k -м типе жилого здания, а $E_{k,i}^{ext}$ — эффективная доза для i -й группы взрослого населения, проживающего в домах k -го типа. При отсутствии статистических данных о структуре населения и жилого фонда в НП использовали следующую типовую структуру²:

— село — 40 % взрослых жителей относятся к группе 1 и проживают в деревянных одноэтажных домах; 20 % — к группе 1 и проживают в кирпичных одноэтажных домах, 20 % — к группе 2 и проживают в деревянных одноэтажных домах; 20 % — к группе 2 и проживают в кирпичных одноэтажных домах;

— ПГТ и город — 20 % взрослых жителей относятся к группе 1 и проживают в деревянных одноэтажных домах; 20 % — к группе 1 и проживают в кирпичных одноэтажных домах, 20 % — к группе 2 и проживают в кирпичных одноэтажных домах; 40 % — к группе 2 и проживают в многоэтажных домах.

Модель внешнего облучения, ее параметры, алгоритмы расчета средних годовых и накопленных доз описаны в [11, 12].

Для расчета СНЭД внутреннего облучения весь период 1986–2016 гг. также разделяли на два временных интервала: ранний этап — в течение 2–4 месяцев после Чернобыльской аварии — характеризовавшийся «поверхностным» путем радиоактивного загрязнения растительной и животной продукции, и последующий период, характеризовавшийся «корневым» путем радиоактивного загрязнения растительной и животной продукции. При расчете дозы внутреннего облучения жителей, полученной на раннем этапе, учитывали вклад в дозу от «поверхностного» пути радиоактивного загрязнения растительной и животной продукции выпавшими радионуклидами цезия и стронция.

При расчете дозы внутреннего облучения за последующий период времени учитывали только вклад в дозу от «корневого» пути радиоактивного загрязнения растительной и животной продукции выпавшими радионуклидами цезия и стронция.

Модель внутреннего облучения, ее параметры, алгоритмы расчета средних годовых и накопленных доз описаны в [4, 5, 7–8, 10].

Таблица 1. Вклад доз облучения населения, полученных в первый год после аварии (с мая 1986 г. по апрель 1987 г.), в суммарные дозы, накопленные за период 1986–2016 гг. (для территорий с разными уровнями поверхностной активности ^{137}Cs на почве), %

Table 1. Contribution of exposure doses accumulated during the first year after the accident (May 1986 – April 1987) into the total doses accumulated in 1986–2016 (for the regions with different levels of ^{137}Cs in surface soil), %

Субъект РФ /Russian regions	σ_{137} , Ки/км ² /Ci/km ²		
	< 5	≥ 5 и < 15	≥ 15
Брянская область / Bryansk Region	44	34	30
Орловская область / Orel Region	36	29	–
Тульская область / Tula Region	36	31	28

Примечание: σ_{137} — поверхностная активность ^{137}Cs на почве.

Note: σ_{137} — ^{137}Cs activity in surface soil.

Результаты исследования и обсуждение. Многочисленные экспедиционные исследования, выполненные в 1986–2016 гг. сотрудниками ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева (далее — НИИРГ) на территориях пострадавших в результате аварии на ЧАЭС субъектов Российской Федерации, в первую очередь, в наиболее загрязненных Брянской, Орловской и Тульской областях (в Калужской области исследование выполняли сотрудники Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба), позволили выявить закономерности в динамике формирования годовых и накопленных доз внешнего и внутреннего облучения населения [7–14].

В приведенных ниже табл. 1 и 2 представлены данные по трем областям (Брянской, Орловской и Тульской), в которых наиболее активно работали сотрудники НИИРГ.

В табл. 1 приведены результаты оценки вклада дозы облучения населения за первый год после аварии (с мая 1986 г. по апрель 1987 г.) в дозу, накопленную за период 1986–2016 гг. (для территорий с разными уровнями поверхностной активности ^{137}Cs на почве).

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о весьма существенном вкладе доз облучения населения, полученных в первый год после аварии, в суммарную дозу, накопленную за 1986–2016 гг. Кроме того, из этой таблицы видно, что на более загрязненных территориях вклад доз облучения первого года уменьшается с ростом плотности загрязнения. Вероятнее всего, это связано с эффектом контрмер, в первую очередь, по внутреннему облучению, которые в этих субъектах Российской Федерации начали интенсивно применяться уже в первые месяцы после аварии.

В табл. 2 приведены аналогичные результаты отдельно для внешнего и внутреннего облучения.

По сравнению с внешним облучением доза внутреннего облучения за первый год после аварии дает более высокий вклад в дозу внутреннего облучения, накопленную за 1986–2016 гг., что, по-видимому, связано со временем выпадений (конец апреля) и поверхностным загрязнением травы. Из этой таблицы видно также, что на более загрязненных территориях вклад доз внутреннего облучения первого года падает с ростом плотности загрязнения. Вероятнее всего, это связано с эффектом контрмер, в первую очередь, по внутреннему облучению, которые в этих субъектах Российской Федерации, в особенности в Брянской области, начали интенсивно применяться уже в первые месяцы после аварии.

В табл. 3 приведены результаты оценки вкладов доз внешнего и внутреннего облучения населения, накопленных за период 1986–2016 гг., в суммарную дозу (для территорий с разными уровнями поверхностной активности цезия-137 на почве и разными группами и типами преобладающих в них почв).

Несомненное влияние на формирование средних годовых и накопленных доз облучения населения оказали проводимые на наиболее загрязненных территориях меры радиационной защиты. В работах [10, 12] наглядно показана эффективность этой деятельности в разные периоды времени после аварии. На более загрязненных территориях, где защитные мероприятия, включая самоограничения населения в потреблении местных пищевых продуктов, проводились более активно, доза внутреннего облучения жителей снижалась в 1,5–2 раза. К сожалению, в настоящее время эффективность

защитных мероприятий существенно снизилась в силу экономических и иных причин.

Прогноз динамики изменения текущих и накопленных доз облучения. С использованием разработанных институтом методических указаний МУ 2.6.1.2222–07⁶ и алгоритмов расчета, использованных ранее [2], выполнены оценки прогнозируемых средних годовых и накопленных эффективных доз для жителей Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Ожидаемая эффективная доза рассчитана вплоть до 2056 года, завершающего 70-летний период после Чернобыльской аварии, принятый в качестве средней продолжительности жизни человека.

Прогноз эффективной дозы у различных категорий жителей проводили с учетом консервативных предположений – так, чтобы с точки зрения сегодняшних знаний о зако-

Таблица 2. Вклад доз внешнего и внутреннего облучения населения, полученных в первый год после аварии (с мая 1986 г. по апрель 1987 г.), в дозы внешнего и внутреннего облучения, накопленные соответственно за период 1986–2016 гг. (для территорий с разными уровнями поверхностной активности ¹³⁷Cs на почве), %

Table 2. Contribution of the external and internal exposure doses accumulated during the first year after the accident (May 1986 – April 1987) into the external and internal exposure doses accumulated in 1986–2016 respectively (for the regions with different levels of ¹³⁷Cs in surface soil), %

Субъект РФ / Russian regions	Внешнее облучение / External exposure			Внутреннее облучение / Internal exposure		
	σ_{137} , Ки/км ² / Ci/km ²					
	< 5	≥ 5 – < 15	≥ 15	< 5	≥ 5 – < 15	≥ 15
Брянская область / Bryansk Region	28	28	30	53	42	33
Орловская область / Orel Region	28	28	–	55	30	–
Тульская область / Tula Region	27	27	26	62	45	47

Примечание: σ_{137} – поверхностная активность ¹³⁷Cs на почве.
Note: σ_{137} – ¹³⁷Cs activity in surface soil.

Таблица 3. Вклад средних накопленных за период 1986–2016 гг. эффективных доз внешнего и внутреннего облучения населения в суммарную (внешнее + внутреннее облучение) дозу (для территорий с разными уровнями поверхностной активности цезия-137 в почве), %

Table 3. Contribution of the average effective external and internal exposure doses accumulated in 1986–2016 into the total (external + internal exposures) dose (for the regions with different levels of ¹³⁷Cs in surface soil), %

Субъект РФ / Russian regions	Внешнее облучение / External exposure			Внутреннее облучение / Internal exposure		
	σ_{137} , Ки/км ² / Ci/km ²					
	< 5	≥ 5 – < 15	≥ 15	< 5	≥ 5 – < 15	≥ 15
Белгородская область*) / Belgorod Region *)	68	–	–	32	–	–
Брянская область**) / Bryansk Region **)	9	19	30	17	14	11
Воронежская область*) / Voronezh Region *)	77	–	–	23	–	–
Калужская область**) / Kaluga Region **)	21	26	–	24	30	–
Курская область*) / Kursk Region *)	76	1,2	–	23	0,4	–
Ленинградская область**) / Leningrad Region **)	29	–	–	71	–	–
Липецкая область*) / Lipetsk Region *)	68	–	–	32	–	–
Орловская область*) / Orel Region *)	63	8,0	–	24	4,4	–
Пензенская область*) / Penza Region *)	68	–	–	32	–	–
Республика Мордовия*) / Republic of Mordovia *)	68	–	–	32	–	–
Рязанская область*) / Ryazan Region *)	29	45	2,4	8,8	14	0,7
Тамбовская область*) / Tambov Region *)	68	–	–	32	–	–
Тульская область*) / Tula Region *)	33	41	4,8	10	11	0,5
Ульяновская область**) / Ulyanovsk Region **)	29	–	–	71	–	–

Примечание: σ_{137} – поверхностная активность ¹³⁷Cs на почве;

*) субъекты РФ с преобладанием черноземных и серых лесных почв;

**) субъекты РФ с преобладанием дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв.

Note: σ_{137} – ¹³⁷Cs activity in surface soil;

*) regions of the Russian Federation with the prevalence of black earth (humus) and gray forest soils;

**) regions of the Russian Federation with the prevalence of sod-podzolic sandy and sandy loamy soils.

⁶ МУ 2.6.1.2222–07 «Прогноз доз облучения населения радионуклидами цезия и стронция при их попадании в окружающую среду». М., 2008. 24 с.

номерностях формирования доз внешнего и внутреннего облучения человека, проживающего на загрязненной территории, ожидаемая эффективная доза не была недооценена. В частности, предполагалось, что с 2017 года на загрязненных территориях не применяются дополнительные активные меры радиационной защиты населения⁷.

В табл. 4 представлен прогноз изменения со временем количества НП, для жителей которых СГЭД_{факт} окажется равной или превысит 1,0 мЗв/год. К 2016 году такие НП остались только на территории Брянской области. В таблице приведены максимальные ожидаемые численные значения СГЭД_{факт} в разные годы, а также прогнозируемое количество НП, для жителей которых СНЭД окажется равной или превысит 70 мЗв, и максимальные ожидаемые численные значения СНЭД. Эта величина (70 мЗв) выбрана в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 10.08.1993 № 1405-р, которое поручило «заинтересованным министерствам и ведомствам провести работы по совершенствованию нормативной базы для обеспечения социальной защиты граждан, пострадавших в результате радиационных загрязнений, и реабилитации загрязненных территорий». В связи с этим в НИИРГ и в РНКРЗ в 1995 г. разработана «Концепция радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению» (так называемая «дозовая концепция»)⁷, в которой, наряду с подтверждением зонирования только по СГЭД, указывается, что льготы и компенсации, обусловленные проживанием на загрязненной территории, предусматриваются только для жителей тех населенных пунктов, где СГЭД превышает 1 мЗв/год, и для лиц, признанных облученными в накопленной дозе выше 70 мЗв.

По прогнозу на 2056 год, общее количество НП, в которых СНЭД облучения жителей (без учета вклада дозы облучения щитовидной железы радионуклидами йода в суммарную дозу) будет равна или превысит 70 мЗв, составит 92, а не 143 НП, как указано в статье [2]. Это связано, в первую очередь, с существенным сокращением в конце 2015 года перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения. Максимальное ожидаемое чис-

ленное значение СНЭД составит 374 мЗв. Все эти НП находятся только в Брянской области.

Вклад СНЭД, накопленной за период 1986–2016 гг., в СНЭД, прогнозируемую на период 1986–2056 гг., составляет от 86 % до 94 %. Это означает, что основная часть накопленной дозы уже получена местными жителями.

Результаты прогнозных оценок средних годовых и накопленных эффективных доз облучения населения, проживавшего и проживающего на загрязненных территориях, позволяют заблаговременно планировать не только адресное применение мер радиационной защиты, но и целенаправленное распределение материальных ресурсов на их осуществление.

Выводы

Вклад доз облучения, полученных в первый год после аварии, в суммарные накопленные за 1986–2016 гг. дозы облучения населения, проживающего на территориях с разными уровнями поверхностного загрязнения почвы ¹³⁷Cs, составляет более 30%. По сравнению с внешним облучением доза внутреннего облучения, полученная в первый год после аварии, дает более высокий вклад в суммарную дозу облучения населения, накопленную за 1986–2016 гг.

В 2016 году в 19 НП Брянской области доза облучения населения СГЭД_{факт} превышала 1,0 мЗв/год, а к 2056 году таких НП вообще не останется.

В 2016 году в 55 НП Брянской области СНЭД облучения населения превышала 70 мЗв (максимальное значение составило 299 мЗв). По прогнозу на 2056 год общее количество НП, в которых СНЭД облучения жителей будет равна или превысит 70 мЗв, составит 92. Все эти НП находятся только в Брянской области. Максимальное ожидаемое численное значение СНЭД составит 374 мЗв.

Вклад СНЭД за период 1986–2016 гг. в СНЭД, прогнозируемую на период 1986–2056 гг., составляет от 86 % до 94 %. Это означает, что основная часть накопленной за жизнь дозы уже получена местными жителями.

По оценкам, выполненным сотрудниками НИИРГ, в 2017 году величина средней годовой эффективной дозы, используемая для целей зонирования НП (СГЭД₉₀), превысила 1 мЗв/год только в 135 НП из 3855, официально отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs [14], а величина СНЭД превысила 70 мЗв в 55 НП.

Таблица 4. Количество населенных пунктов Брянской области, для жителей которых СГЭД_{факт} может превысить значение 1,0 мЗв/год, СНЭД может превысить 70 мЗв, и максимальные ожидаемые значения СГЭД_{факт} и СНЭД

Table 4. The number of settlement in the Bryansk Region where the actual average annual effective dose (AAED_{act}) may exceed 1.0 mSv/yr, the average cumulative effective dose (ACED) may exceed 70 mSv; the maximum expected values of AAED_{act} and ACED

Годы / Years	2016	2026	2036	2046	2056
Количество НП, где СГЭД _{факт} ≥ 1,0 мЗв/год / Number of settlements with AAED _{act} ≥ 1.0 mSv/yr	19	6	3	1	–
СГЭД _{факт} ^{max} , мЗв/год / AAED _{act} ^{max} , mSv/yr	3,7	2,5	1,7	1,2	0,8
Количество НП, где СНЭД ≥ 70 мЗв / Number of settlements with ACED ≥ 70 mSv	55	66	73	86	92
СНЭД _{max} , мЗв / ACED _{max} , mSv	299	329	350	364	374

⁷«Концепция радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению» [Электронный ресурс] Доступно по: <https://gigabaza.ru/doc/94835.html>. Ссылка активна на: 14.02.2020.

Это означает, что при реализации действующего закона Российской Федерации от 15 мая 1991 года № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» подавляющее большинство населения, ныне проживающего на территории, официально отнесенной к зонам чернобыльского загрязнения, может лишиться льгот и компенсаций. Поэтому переход на «дозовую концепцию» встречает упорное сопротивление общественности и администрации территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. Однако до настоящего времени «дозовая концепция» не получила законодательного закрепления, и зонирование по плотности радиоактивного загрязнения официально остается в силе со всеми вытекающими социально-психологическими и социально-экономическими последствиями.

Список литературы (пп. 4, 5, 7–9, 12 см. References)

1. Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А. и др. Средние накопленные за 1986–2016 гг. эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения 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» // Радиационная гигиена. 2017, Т. 10, № 2. С. 57–105.
2. Братилова А.А. Облучение населения Российской Федерации, проживающего на территориях, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2016. № 1 (15). С. 97–105.
3. Романович И.К., Брук Г.Я., Барковский А.Н. и др. Обоснование Концепции перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения // Радиационная гигиена, 2016. Т. 9, № 1. С. 6–18.
6. Балонов М.И., Брук Г.Я., Голиков В.Ю. и др. Облучение населения Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Радиация и риск. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра, 1996, Т. 7, С. 39–71.
10. Братилова А.А., Брук Г.Я. Влияние потребления различных пищевых продуктов на формирование доз внутреннего облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2018, Т. 11, № 2. С. 53–59.
11. Константинов Ю.О. Чернобыльская авария: обоснование и реализация решений по защите населения // Радиационная гигиена. 2011. Т. 4, № 2. С. 59–67.
13. Воронов С.И., Лутосшкин А.В., Попова А.Ю. и др. Российский национальный доклад. 30 лет чернобыльской аварии: Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986–2016. М., 2016. 202 с.
14. Брук Г.Я., Романович И.К., Базюкин А.Б. и др. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов) // Радиационная гигиена. 2017. Т. 10, № 4. С. 73–78.
1. Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А. и др. Средние накопленные за 1986–2016 гг. эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения 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» // Радиационная гигиена. 2017, Т. 10, № 2. С. 57–105.
2. Братилова А.А. Облучение населения Российской Федерации, проживающего на территориях, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2016. № 1 (15). С. 97–105.
3. Романович И.К., Брук Г.Я., Барковский А.Н. и др. Обоснование Концепции перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения // Радиационная гигиена, 2016. Т. 9, № 1. С. 6–18.
6. Балонов М.И., Брук Г.Я., Голиков В.Ю. и др. Облучение населения Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Радиация и риск. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра, 1996, Т. 7, С. 39–71.
10. Братилова А.А., Брук Г.Я. Влияние потребления различных пищевых продуктов на формирование доз внутреннего облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2018, Т. 11, № 2. С. 53–59.
11. Константинов Ю.О. Чернобыльская авария: обоснование и реализация решений по защите населения // Радиационная гигиена. 2011. Т. 4, № 2. С. 59–67.
13. Воронов С.И., Лутосшкин А.В., Попова А.Ю. и др. Российский национальный доклад. 30 лет чернобыльской аварии: Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986–2016. М., 2016. 202 с.
14. Брук Г.Я., Романович И.К., Базюкин А.Б. и др. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов) // Радиационная гигиена. 2017. Т. 10, № 4. С. 73–78.
- radioactive contamination due to the the Chernobyl NPP accident" № 1074 of 08.10.2015. *Radiatsionnaya Gygiena*. 2017; 10(2):57–105. (In Russian).
2. Bratilova AA. The exposure of Russian Federation population, living in the territories affected due to the accident on Chernobyl NPP. *Mediko-biologicheskie Problemy Zhiznedeyatel'nosti*. 2016; 15(1):97–105. (In Russian).
3. Romanovich IK, Bruk GY, Barkovskiy AN, et al. Substantiation of the concept of transfer to conditions of normal population activity of the settlements considered to be zones of radioactive contamination after the Chernobyl NPP accident. *Radiatsionnaya Gygiena*. 2016; 9(1):6–18. (In Russian).
4. Shutov VN, Bruk GY, Balonov MI, et al. Cesium and strontium radionuclide migration in the agricultural ecosystem and estimation of internal doses to the population. *The Chernobyl Papers*, Vol. 1, Research enterprises, Washington, 1993, pp. 167–218.
5. Shutov VN, Bruk GYa, Basalaeva LN, et al. The role of mushrooms and berries in the formation of internal exposure doses to the population of Russia after the Chernobyl accident. *Radiat Prot Dosim*. 1996; 67(1):55–64. DOI: 10.1093/oxfordjournals.rpd.a031798
6. Balonov MI, Bruk GYa, Golikov VYu, et al. Exposure of the population in Russian Federation as a result of the Chernobyl accident. *Radiatsiya i Risk*. 1996; (7):39–71. (In Russian).
7. Shutov VN, Bruk GJ, Basalaeva LN, et al. Dynamics of ¹³⁷Cs transfer from soil into forest mushrooms and berries after the Chernobyl accident. UIR Topical meeting, Mol – Belgium. Book of abstracts, 1998, pp. 48–49.
8. Bruk GYa, Shutov VN, Balonov MI, et al. Dynamics of ¹³⁷Cs content in agricultural food products produced in regions of Russia contaminated after the Chernobyl accident. *Radiat Prot Dosim*. 1998; 76(3):169–178.
9. Bruk GJ, Shutov VN, Travnikova IG, et al. The role of the forest products in the formation of internal exposure doses to the population of Russia after the Chernobyl accident. In: Linkov I, Schell WR, Editors. Contaminated Forests. NATO Science Series (Series 2: Environmental Security), 1999; 58:343–352. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-011-4694-4_36
10. Bratilova AA, Bruk GY. Influence of the consumption of different foodstuffs on the internal exposure dose formation in the adult population of the Russian Federation after the accident at the Chernobyl NPP. *Radiatsionnaya Gygiena*. 2018; 11(2):53–59. (In Russian).
11. Konstantinov YO. Chernobyl accident: rationale and realization of decisions on protection of the population. *Radiatsionnaya Gygiena*. 2011; 4(2):59–67. (In Russian).
12. Golikov VYu, Balonov MI, Jacob P. External exposure of the population living in areas of Russia contaminated due to the Chernobyl accident. *Radiat Environ Bioph*. 2002; 41:185–193. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00411-002-0167-2>
13. Voronov SI, Lutoshkin AV, Popova AYU, et al. The Russian national report. 30 years of the Chernobyl accident: The results and the prospects of overcoming its consequences in Russia 1986–2016. Moscow, 2016. 202 p. (In Russian).
14. Bruk GY, Romanovich IK, Bazyukin AB, et al. The average annual effective doses for the population of the settlements of the Russian Federation attributed to the zones of the radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 2017. *Radiatsionnaya Gygiena*. 2017; 10(4):73–78. (In Russian).

Контактная информация:

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
e-mail: i.romanovich@niirg.ru

Corresponding author:

Ivan K. Romanovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of RAS, Director of Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev
e-mail: i.romanovich@niirg.ru