

## Радиационно-гигиенический мониторинг и оценка доз облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях Тульской области

А.Э. Ломовцев, Т.Е. Шевелева, А.С. Карпухин, А.И. Володичева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области, Тула, Россия

*Цель: анализ результатов радиационно-гигиенического мониторинга, проводимого на территориях Тульской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания местного происхождения и анализ годовой эффективной дозы облучения населения. Материалы и методы: исследования проводились на территории Тульской области с 1997 по 2018 г. За этот период проведены исследования показателей радиационной безопасности более 50 тыс. проб основных продуктов питания, отобранных в зоне радиоактивного «чернобыльского» загрязнения области с одновременным измерением мощности дозы внешнего гамма-излучения в стационарных контрольных точках. Выполнена оценка динамики содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания, максимальных величин средних годовых эффективных доз облучения населения и вклада коллективной дозы облучения при выполнении медицинских исследований в структуру годовой эффективной коллективной дозы облучения населения. Результаты: получены результаты содержания цезия-137 и стронция-90 в основных продуктах питания местного происхождения. Установлены показатели мощности дозы внешнего гамма-излучения, которые стабильны и находятся в пределах естественных колебаний, характерных для средних широт европейской территории России. Значение максимальной величины средней годовой эффективной дозы облучения населения свидетельствует о стабильной радиационной обстановке и не превышает нормируемого показателя в 1 мЗв. Отмечается и постоянное снижение вклада коллективной дозы облучения населения при выполнении медицинских исследований в структуру годовой эффективной коллективной дозы облучения, а также снижение средней индивидуальной дозы облучения населения за процедуру при ежегодном увеличении количества медицинских процедур. Вывод: отсутствие превышений допустимых уровней содержания цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах местного происхождения, снижение средней годовой эффективной дозы облучения населения области свидетельствует о возможности перевода населенных пунктов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, к условиям нормальной жизнедеятельности, предлагаемой в рамках перевода населенных пунктов из чернобыльской зоны.*

**Ключевые слова:** Чернобыль, население, радиационно-гигиенический мониторинг, доза облучения, пищевые продукты.

Последствием аварии на Чернобыльской АЭС для Тульской области явилось радиоактивное загрязнение почти 50% ее территории. С первых дней аварии службой Госсанэпиднадзора осуществляется радиационно-гигиенический мониторинг территорий области с отбором проб продуктов питания местного производства и даров леса с целью определения уровней содержания цезия-137 и стронция-90 в данных продуктах, а также отслеживание мощности дозы внешнего гамма-излучения в стационарных контрольных точках наблюдения. В аварийный период до начала 1990-х гг. специалисты санитарно-эпидемиологической службы участвовали в проведении гигиенической оценки территорий, выявлении

локальных участков радиоактивного загрязнения почвы вследствие выпадения осадков, содержащих радионуклиды цезия-137 и стронция-90 с последующей их дезактивацией, исследовании радиационной безопасности пищевых продуктов, информировании органов власти.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18.12.1997 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» 1306 населенных пунктов области были отнесены к находящимся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, из них к зоне с правом на отселение было отнесе-

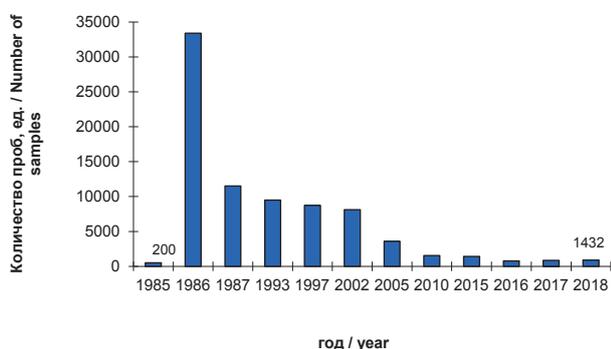
**Карпухин Александр Сергеевич**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области

Адрес для переписки: 300045, Тула, ул. Оборонная, д. 114; E-mail: tula@71.rospotrebнадзор.ru

но 122 населенных пункта (9,0% от общего числа пострадавших населенных пунктов) и к зоне проживания с льготным социально-экономическим статусом было отнесено 1184 населенных пункта – 91%. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» в настоящее время в Тульской области 1215 населенных пунктов находятся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (27 – в зоне с правом на отселение, 1188 – в зоне со льготным социально-экономическим статусом) (Постановление Правительства РФ от 18.12.1997 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»). На данных территориях проживает более 600 тысяч человек, что составляет 45% от общей численности населения области, в зоне с правом на отселение проживает всего 1,3% населения.

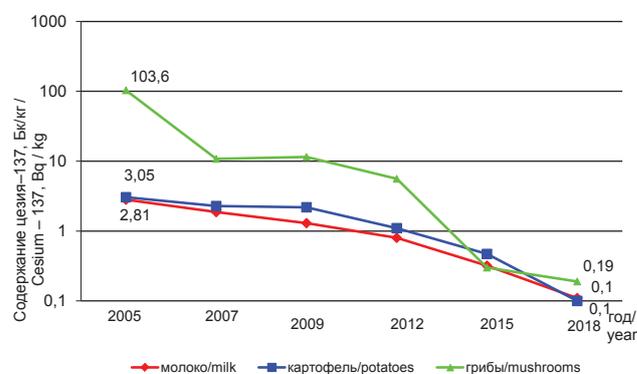
В настоящее время продолжается работа по уточнению радиационной обстановки во всех радиоактивно загрязненных районах области и проводится мониторинг динамики показателей радиационной безопасности объектов среды обитания, который включает в себя лабораторные исследования продуктов питания, произведенных на данных территориях, а также оценку и анализ средних годовых эффективных доз облучения населения. За период с 1997 по 2018 г. были проведены исследования показателей радиационной безопасности более 50 тыс. проб пищевой продукции в зоне радиоактивного «чернобыльского» загрязнения Тульской области. В том числе за период с 2005 по 2018 г. исследовано почти 10,0 тыс. проб основных продуктов питания населения (молочная, мясная и рыбная продукция, овощи и дикорастущие грибы и ягоды), превышений допустимых уровней содержания цезия-137 и стронция-90 не обнаружено (рис. 1).



**Рис. 1.** Объемы исследований продуктов питания местного происхождения за период 1985–2018 гг.  
[Fig. 1. Number of samples of the locally produced food products in 1985–2018]

В целях радиационно-гигиенического мониторинга модернизировано лабораторно-инструментальное оснащение радиологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области». Внедрение современных методов радиационного контроля, применение спектрометрических комплексов и универсальных радиометрических приборов позволяет решать разнообразные вопросы радиационного контроля и осуществлять радиационно-гигиенический мониторинг на более высоком уровне [1].

Результаты выполненных лабораторных исследований содержания цезия-137 в сельскохозяйственной продукции местного происхождения за весь период наблюдений показали, что превышения допустимых уровней по содержанию данного радионуклида в сельхозпродукции наблюдались только в 1986 г. При этом превышения допустимых уровней по содержанию цезия-137 в дарах леса (грибы) наблюдались вплоть до 2004 г. (рис. 2).



**Рис. 2.** Динамика содержания цезия-137 в пищевых продуктах сельскохозяйственного производства местного производства и дарах леса за период 2005–2018 гг.

[Fig. 2. Dynamics of concentration of <sup>137</sup>Cs in locally produced agricultural and forest food products in 1985–2018]

За весь послеварийный период не было выявлено ни одного превышения допустимого уровня по содержанию стронция-90 в пищевых продуктах местного сельскохозяйственного производства и природного происхождения [2, 3].

Это объясняется тем, что в структуре почвенного покрова Тульской области основную долю занимают черноземы (57%) и серые лесные почвы (35%). Данный вид почв характеризуется низкими значениями коэффициента перехода радионуклидов по биологической цепочке из почвы в растение, позволяя минимизировать вклад содержания цезия-137 и стронция-90 в формирование дозы внутреннего облучения населения. Однако доаварийного уровня содержания цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах пока не достигнуто.

С 1993 г. ни в одном населенном пункте области не было установлено превышений средней годовой эффективной дозы в 1 мЗв, регламентированной Федеральным законом от 15.05.1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Расчетные величины средних годовых эффективных доз облучения

жителей имеют тенденцию к снижению в течение многих лет. Так, если в 1996 г. максимальный уровень СГЭД<sub>90</sub> составлял 0,8 мЗв/год, то в 2018 г. максимальный уровень составил 0,46 мЗв/год (рис. 3). [4, 5].

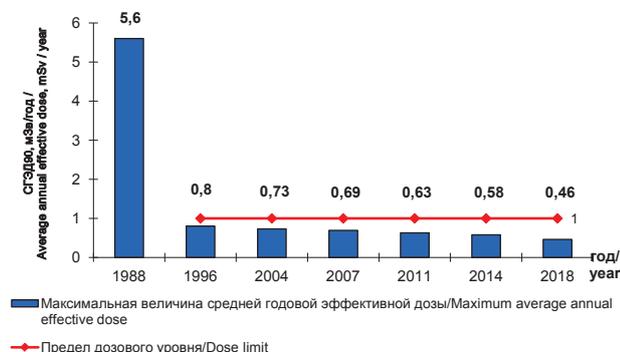


Рис. 3. Изменение максимальной величины СГЭД<sub>90</sub> за период 1988–2018 гг.  
[Fig.3. Trends of changes of maximal values of mean annual effective dose<sub>90</sub> in 1988–2018]

Приведенные данные свидетельствуют о стабильной радиационной обстановке на радиоактивно загрязненных территориях области, низких уровнях содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания местного производства и дарах леса и низких дозах внутреннего и внешнего облучения как всего населения, так и критических групп.

Средние годовые эффективные дозы облучения населения пострадавших территорий области не превышают нормируемого показателя в 1 мЗв, даже несмотря на то, что для 19 185 жителей, проживающих в пострадавших населенных пунктах, плотность загрязнения почвы цезием-137 составляет от 5 и до 15 Ки/км<sup>2</sup>, а для 586 854 жителей – от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup> (рис. 4) [1, 6].

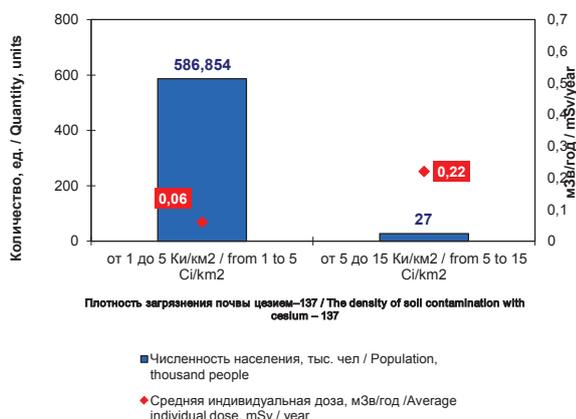


Рис. 4. Численность и годовые эффективные дозы населения, проживающего на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению за счет радиационных аварий прошлых лет  
[Fig.4. Number and annual effective doses of the public residing on the radioactively contaminated territories]

В 2018 г. структура годовой эффективной коллективной дозы облучения населения области складывается из облучения от деятельности предприятий, использующих источники ионизирующего излучения, составляющего 0,02%; техногенно измененного радиационного фона – практически 0,55%; природных источников – 89,69%; медицинских исследований – 9,74%. Общая величина данного показателя составила 8372,71 чел.-Зв/год. Средняя годовая эффективная доза от внешнего гамма-излучения в 2018 г. на одного жителя составила 0,724 мЗв/чел. Средняя индивидуальная доза облучения населения Тульской области в расчете на одного жителя области составила 5,662 мЗв (рис. 5). При этом значение данного показателя в среднем по Российской Федерации составило 3,87 мЗв/год в 2017 г. [7, 8].

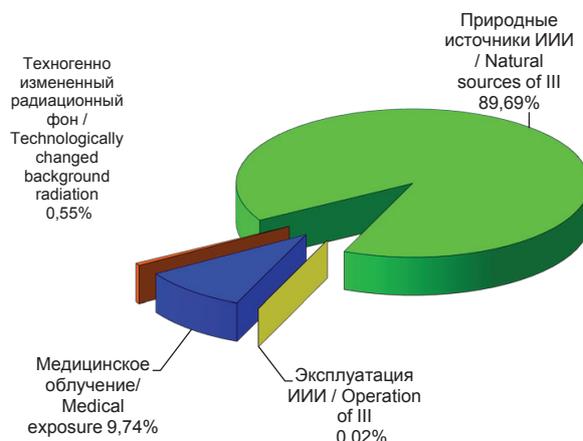


Рис. 5. Структура годовой эффективной коллективной дозы облучения населения Тульской области в 2018 г.  
[Fig. 5. The structure of the annual effective collective dose of the public of the Tula region in 2018]

Системный анализ результатов комплексного изучения состояния здоровья населения свидетельствует, что в Тульской области действуют все группы факторов (образ жизни, внешняя среда, наследственность, качество медицинской помощи), причем среди приоритетных его показателей состояние внешней среды не является определяющим. Наиболее интенсивное ухудшение свойственно тем показателям здоровья, которые теоретически и реально определяются в значительной мере поведенческими стереотипами населения [9].

В преобладающем большинстве населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, население перешло к привычному укладу жизни, не отличающемуся от уклада жизни в соседних «незагрязненных» населенных пунктах. Анализ радиационных показателей свидетельствует о возможности перевода населенных пунктов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, к условиям нормальной жизнедеятельности [10].

Литература

1. Ломовцев, А.Э. Радиационно-гигиенический мониторинг и оценка доз облучения населения, проживающего

- на радиоактивно-загрязненных территориях Тульской области / А.Э. Ломовцев, А.Ю. Хожайнов, Т.М. Чичура // Чернобыль – 30 лет спустя. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на ЧАЭС: Сб. тез. межд. науч.-практ. конф. – СПб, 2016. – С. 114 – 116.
2. Болдырева, В.В., Овчарова В.Н. Радиационный мониторинг пищевых продуктов на радиоактивно загрязненной территории Тульской области на современном этапе / В.В. Болдырева, В.Н. Овчарова // Чернобыль – 30 лет спустя. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на ЧАЭС: Сб. тез. межд. науч.-практ. конф. – СПб, 2016. – С. 21 – 23.
  3. Онищенко, Г.Г. Радиационно-гигиенические и медицинские последствия Чернобыльской аварии: итоги и прогноз / Г.Г. Онищенко // Радиационная гигиена. – 2011. – Т.4, № 2. – С. 23-30.
  4. 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, А.А. Братилова, А.Ю. Власов, Ю.Н. Гончарова, А.В. Громов, Т.В. Жеско, С.А. Иванов, М.В. Кадука, О.С. Кравцова, В.В. Кучумов, И.К. Романович, К.А. Сапрыкин, Н.В. Титов, И.Г. Травникова, В.А. // Радиационная гигиена. – 2014. – Т.7, № 4. – С. 72 – 83.
  5. Брук, Г.Я. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2014 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов) / Г.Я. Брук, А.Б. Базюкин, А.А. Братилова, А.Ю. Власов, Ю.Н. Гончарова, А.В. Громов, Т.В. Жеско, М.В. Кадука, О.С. Кравцова, И.К. Романович, К.А. Сапрыкин, В.С. Степанов, Н.В. Титов, И.Г. Травникова, О.Е. Тутельян, В.А. Яковлев // Радиационная гигиена. – 2015. – Т.8, № 2. – С. 32-128.
  6. Романович, И.К. Обоснование концепции перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения / И.К. Романович, Г.Я. Брук, А.Н. Барковский, А.А. Братилова, А.В. Громов, М.В. Кадука // Радиационная гигиена. – 2016. – Т.9, № 1. – С. 6 – 18.
  7. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2018 год: Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2019. – 237 с.
  8. Репин, В.С. Итоги функционирования Единой Государственной Системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан Российской Федерации по данным за 2014 г. / В.С. Репин, Н.К. Барышков, А.А. Братилова, К.В. Варфоломеева, Ю.Н. Гончарова, Д.В. Кононенко, Т.А. Кормановская, С.И. Кувшинников, Л.В. Репин, И.К. Романович, А.В. Световидов, И.П. Стамат, О.Е. Тутельян // Радиационная гигиена. – 2015. – Т.8, № 3. – С. 86-115.
  9. Ломовцев, А.Э. Популяционная диагностика состояния здоровья населения Тульской области: Монография // А.Э. Ломовцев, Л.И. Шишкина, Ю.И. Григорьев / Под общ. ред. акад. МАН и МАНЭБ, проф. Ю.И. Григорьева. – Тул. Гос. Ун-т; ЦГСЭН в ТО. – Тула, 2002. – 125 с.
  10. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС / под редакцией академика РАН Онищенко Г.Г. и профессора Поповой А.Ю. – СПб.: НИИРГ имени проф. П.В. Рамзаева, 2016. – Т.1. – 448 с.

Поступила: 14.05.2019 г.

**Ломовцев Александр Эдуардович** – доктор медицинских наук, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области, Тула, Россия

**Шевелева Татьяна Евгеньевна** – кандидат медицинских наук, начальник отдела Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области, Тула, Россия

**Карпухин Александр Сергеевич** – заместитель начальника отдела Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области. **Адрес для переписки:** 300045, г. Тула, ул. Оборонная, д. 114; E-mail: tula@71.rospotrebнадzor.ru

**Володичева Алина Ивановна** – специалист-эксперт отдела Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области, Тула, Россия

**Для цитирования:** Ломовцев А.Э., Шевелева Т.Е., Карпухин А.С., Володичева А.И. Радиационно-гигиенический мониторинг и оценка доз облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях Тульской области // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12, № 2 (Спецвыпуск). – С. 115-120. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-10-2s-115-120.

## Radiation-hygienic monitoring and assessment of the doses of the public residing on the radioactively contaminated territories of the Tula region

Aleksandr E. Lomovtsev, Tatyana E. Sheveleva, Aleksandr S. Karpukhin, Alina I. Volodicheva

Directorate of the Federal Service on Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being in Tula region, Tula, Russia

*Aim of the study: analysis of the results of the radiation-hygienic monitoring of the territories of the Tula region, contaminated due to the Chernobyl NPP accident; concentration of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the locally produced food products and analysis of the annual effective dose of the public. Materials and methods: the study was performed in the Tula region in 1997-2018. It included the evaluation of the indicators of the radiation safety of more than 50 thousand samples of the main food products, sampled in the areas of the radioactive "Chernobyl" contamination of the region with the simultaneous measurement of the external gamma-radiation dose rate in the stationary control points. Additionally, it included the assessment of the dynamics of concentration of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in food products, maximal values of mean annual effective doses of the public and contribution of the collective dose from medical exposure into the structure of the annual collective dose of the public. Results: The study allowed estimating the concentration of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the main local food products. Estimated values of gamma radiation dose rate were stable and laid in the range of normal variations specific to the middle latitudes of the European part of Russia. The values of maximal mean annual effective doses of the public indicate the stable radiation environment and do not exceed 1 mSv. It should be mentioned that the contribution of collective dose from medical exposure into the annual collective dose of the public as well as the values of mean individual effective doses from medical exposure are reducing with the increase in the number of X-ray examinations. Conclusions: The lack of exceedances of the permissible levels of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the locally produced food products and the reduction of the mean annual effective dose of the public indicates the possibility of the transfer of the settlements affected by the Chernobyl NPP accident into the normal living conditions within the program of the transfer of the settlements from the "Chernobyl" zone.*

**Key words:** Chernobyl, population, radiation hygienic monitoring, radiation dose, food products.

### References

1. Lomovtsev A.E., Khozhainov A.Yu., Chichura T.M. Radiation-hygienic monitoring and assessment of the doses of the public residing on the radioactively contaminated territories of the Tula region. Chernobyl 30 years later. Radiation-hygienic aspects of the negotiation of the consequences of the Chernobyl NPP accident: Proceedings of the international scientific-practical conference. St-Petersburg, 2016, pp. 114-116 (In Russian).
2. Boldyreva V.V., Ovcharova V.N. Radiation monitoring of the food products on the radioactively contaminated territory of the Tula region on the modern stage. Chernobyl 30 years later. Radiation-hygienic aspects of the negotiation of the consequences of the Chernobyl NPP accident: Proceedings of the international scientific-practical conference. St-Petersburg, 2016, pp. 21 – 23 (In Russian).
3. Onischenko G.G. Radiation-hygienic and medical consequences of the Chernobyl accident: results and prognosis. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene. 2011;4(2):23-30. (In Russian).
4. Bruk G.Ya., Bazyukin A.B., Barkovsky A.N., Bratilova A.A., Vlasov A.Yu., Goncharova Yu.N., Gromov A.V., Zhesko 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;7(4):72-83. (In Russian).
5. Bruk G.Ya., Bazyukin A.B., Bratilova A.A., Vlasov A.Yu., Goncharova Yu.N., Gromov A.V., Zhesko T.V., Kaduka M.V., Kravtsova O.S., Romanovich I.K., Saprykin K.A., Stepanov V.S., Titov N.V., Travnikova I.G., Tutelyan O.E., Yakovlev V.A. The average annual effective doses for the population of the settlements of the Russian Federation attributed to zones of radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 2017. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene. 2017;10(4):73-78. (In Russian).
6. Romanovich I.K., Bruk G.Ya., Barkovsky A.N., Bratilova A.A., Gromov A.V., Kaduka M.V. 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 = Radiation Hygiene. 2016;9(1):6-18. (In Russian).
7. Results of the radiation-hygienic passportisation in the subjects of the Russian Federation in 2018: Radiation-hygienic passport of the Russian Federation. Moscow, Federal center of the epidemiology and hygiene of Rospotrebnadzor, 2019, 237 p. (In Russian).
8. Repin V.S., Baryshkov N.K., Bratilova A.A., Varfolomeeva K.V., Goncharova Yu.N., Kononenko D.V., Kormanovskaya T.A., Kuvshinnikov S.I., Repin L.V., Romanovich I.K., Svetovidov A.V., Stamat I.P., Tutelyan O.E. The outcomes of functioning of unified system of individual dose control of Russian Federation citizens based on 2014 data. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene. 2015;8(3):86-115. (In Russian).
9. Lomovtsev A.E., Shishikina L.I., Grigoryev Yu.I. Population diagnostic of health condition of the public of the Tula region: monography. Ed. by academic of MAS and MANEB, prof.

**Aleksandr S. Karpukhin**

Directorate of the Federal Service on Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being in Tula region

**Address for correspondence:** Oboronnaya str., 114, Tula, 300045, Russia; E-mail: tula@71.rospotrebnadzor.ru

Yu. I. Grigoryev. Tula State University, Center of state epidemiological surveillance in Tula region. Tula, 2002, 125 p. (In Russian).

of RAS Onischenko G.G. and prof. Popova A. Yu. – St-Petersburg, NIIRG after P.V. Ramzaev, 2016, Vol. 1, 448 p. (In Russian).

10. Radiation-hygienic aspects of the negotiation of the consequences of the Chernobyl NPP accident / Ed. by academic

Received: May 14, 2019

**Aleksandr E. Lomovtsev** – Doctor of medical sciences, head of the directorate of the Federal Service on Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being in Tula region, Tula, Russia

**Tatyana E. Sheveleva** – MD, head of the department of the Directorate of the Federal Service on Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being in Tula region, Tula, Russia

**For correspondence: Aleksandr S. Karpukhin** – Deputy head of the department of the Directorate of the Federal Service on Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being in Tula region (Oboronnaya str., 114, Tula, 300045, Russia; E-mail: tula@71.rospotrebnadzor.ru)

**Alina I. Volodicheva** – Specialist-expert of the department of the Directorate of the Federal Service on Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being in Tula region, Tula, Russia

**For citation: Lomovtsev A.E., Sheveleva T.E., Karpukhin A.S., Volodicheva A.I. Radiation-hygienic monitoring and assessment of the doses of the public residing on the radioactively contaminated territories of the Tula region. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2019, Vol. 12, No. 2 (special issue), pp. 115-120. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426x-2019-12-2s-115-120.**