

УДК574:539.16:637.636.085(470.313)

DOI

РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**К. Т. Ишмухаметов, Р. Н. Низамов, И. Р. Юнусов, М. Ю. Галлямова***Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности
420075, Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Разработка и использование человеком атомной энергии в мирных и военных целях всегда сопровождалась накоплением техногенных радионуклидов в природной среде. В результате радиационной катастрофы 1986 г. на ЧАЭС продуктами ядерного деления были загрязнены территории Украины, Белоруссии, Российской Федерации и многих других стран, находящихся далеко за пределами бывшего СССР [3], [5]. В настоящее время радиационная обстановка в РФ стабильна и удовлетворительна. Радиоактивность не является ведущим фактором техногенного воздействия на здоровье человека. Однако на отдельных территориях локально было выявлено превышение цезия-137 и стронция-90 в некоторых видах продукции. Вышеуказанная причина послужила основанием для проведения радиационно-экологического мониторинга и экспертизы сельскохозяйственной продукции в двух хозяйствах Орловской области. Было установлено, что в результате радиационной аварии в Орловской области 165,6 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 119,1 тыс. га пашни было загрязнено радионуклидами с плотностью по цезию-137 в 1-15 Ки/км². К наиболее пострадавшим были отнесены Болховский, Залегощенский, Свердловский и Дмитровский районы. В настоящее время мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения в области составляет 0,10-0,12 мкЗв/ч. Содержание цезия-137 в молочной продукции – 1,72/3,12 Бк/кг; в мясной – 1,2/1,3 Бк/кг; в овощах – 1,52/3,75 Бк/кг; в зерновых – 1,05/1,62 Бк/кг; в лесной продукции: грибах – 5,16/14,25; ягодах и фруктах – 1,52/3,75 Бк/кг. Все исследованные образцы растениеводческой продукции соответствуют установленным нормам радиационной безопасности, поэтому могут быть использованы без ограничения.

Ключевые слова: цезий-137, стронций-90, мониторинг, радионуклиды, Орловская область.

Введение. Более чем шестидесятилетний период промышленного освоения атомной энергии способствовал накоплению в России значительного ядерного потенциала – «ядерного наследия» [6]. Так, в послевоенные годы в результате испытаний ядерного оружия нарастающими темпами шло увеличение загрязненности атмосферы земного шара искусственными радионуклидами [1]. Следующим толчком к увеличению радиационной нагрузки являлись крупномасштабные радиационные аварии 1956 г. на ПО «Маяк» и 1986 г. на Чернобыльской АЭС [3]. Локальные выбросы радионуклидов регистрировались и в результате плановых мероприятий и локальных повреждений на АЭС в 1966 г. в г. Мелекессе, с 1964 по 1979 гг. – на Белоярской АЭС, с 1974 по 1975 гг. – на Ленинградской, в 1982 г. – на Чернобыльской и Армянской, в 1985 г. – на Балаковской АЭС. Промышленная эксплуатация двух реакторов горно-химического комбината в Красноярске-26 привела к радиоактивному загрязнению реки Енисей. Многолетний сброс отходов на ПО «Маяк» привел к радиоактивному загрязнению реки Теча. Выброс в результате взрыва радионуклидов в Томске-7 привел к загрязнению санитарно-защитной зоны на Сибирском химкомбинате. Усугублению радиационной обстановки способствуют захоронения отработанных ядерных реакторов атомных кораблей и подводных лодок в Карском море. Источником загрязнения служат титановые рудники в северо-западной части РФ [2]. Крупномасштабная авария на ЧАЭС привела к экологической катастрофе не только на Украине, но и в Белоруссии и в 18 регионах РФ с максимальным охватом территорий Брянской, Орловской, Тульской, Калужской областей. В настоящее время загрязнение значительно снизилось, тем не менее, в «чернобыльской зоне» локально регистрируется превышение уровня содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственной продукции и в заготовках лесных и речных фондов, что делает мониторинговые исследования актуальными и насущными.

Материалы и методы исследований. Были проведены оценка радиационной ситуации и отбор проб сельскохозяйственной продукции в двух сельскохозяйственных предприятиях Орловской области: ООО «Бориловское КХ» Болховского района и АО ОПХ «Красная Звезда» Орловского района.

При экспедиционном обследовании местности определение мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения проводили с использованием дозиметра-радиометра ДКГ-02У «Арбитр».

При анализе радиационной ситуации в Орловской области использовались данные из доступной литературы и Интернет-ресурсов.

Образцы почвы отбирали согласно ГОСТу Р 58595-2019 с использованием специального бура и шупа. Остальные образцы – согласно ГОСТу Р 58972-2020.

Образцы были доставлены в ФГБНУ «ФТРБ-ВНИВИ» (г. Казань) для радиометрического обследования с использованием альфа-, бета- и гамма-спектрометрических комплексов «Прогресс» и «Радекс».

Результаты исследований и их обсуждение. В результате аварии на Чернобыльской АЭС 287 сельскохозяйственных предприятий в 21 районе Орловской области были загрязнены продуктами ядерного деления урана и плутония на площади 165,6 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 119,1 тыс. га

пашни с плотностью загрязнения по цезию-137 от 1 до 15 Ки/км². В процентном отношении по количеству районов это составляет 87,5 %, по СХП – 80,2 %, по площади сельскохозяйственных угодий – 8,0 %, пашни – 6,3 % от общего количества существующих (24) районов и 358 СХП, 2071,8 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 1589,9 тыс. га пашни [5].

Загрязнение сельскохозяйственных угодий радиоцезием с удельной активностью выше 15 Ки/км² по хозяйствам Дмитровского района составляло 51 га (2 % от всех сельскохозяйственных угодий района), Болховского – 1901 га (20 %), Залегощенского - 1301 га (33 %), Свердловского – 1544 га (21 %); свыше 5 Ки/км² в Болховском районе – 1137 га (61 %), в Залегощенском – 1459 га (37 %), Урицком – 1482 га (56 %); выше 2 Ки/км² в Дмитровском районе – 1482 га (52 %), в Болховском – 9881 га (98 %), в Залегощенском – 1183 га (30 %), в Урицком – 2165 га (100 %), в Мценском – 2165 (100 %), в Кромском – 3661 (100 %). Всего цезием-137 (свыше 15 Ки/км²) было загрязнено 4797 га сельскохозяйственных угодий, более 5 Ки/км² – 4078 га, свыше 2 Ки/км² – 20538 га площадей.

К наиболее пострадавшим были отнесены Болховский, Залегощенский, Свердловский и Дмитровский районы. Так, в СХП «Вязовское» и «Щербаковское» Болховского района, «Родина» Залегощенского района, «Ленинское» Свердловского района удельная активность почвы по цезию-137 возросла по сравнению с доаварийным периодом в 400 раз; «Богдановское» Урицкого района – в 100 раз; «Новосинецкое» Болховского района, «Муханово» Троснянского, «Ядрино» Мценского, «Память Ленина» Дмитровского района – в 40 раз.

В настоящее время в Болховском районе остаются наиболее грязными следующие населенные пункты: с. Шумово – 2,2/7,7 Ки/км²; д. Уланова – 3,9/6,9; д. Шпилева - 3,3/5,9; п. Чекряк – 3,2/5,7; д. Близна - 3,4/6,5; с. Кривчее – 2,0/5,4; с. Середичи - 2,4/5,4; д. Близненские Дворы – 3,4 5,3; д. Зубари – 2,7/4,4; с. Спешнево - 2,9/4,3; д. Сиголаева – 2,6/4,3; д. Герасимова – 3,1/4,1; с. Фатнево – 2,4/4,1; д. Снегирево – 3,0/4,0 Ки/км²; в Залегощенском районе в с. Верхнее Скворечье – 1,7/4,8 Ки/км²; в Новодеревеньковском районе в с. Паньково - 0,9/4,8 Ки/км²; в Свердловском районе в д. Богородицкое – 1,6/4,9 Ки/км².

Таблица 1 – Радиационное загрязнение сельскохозяйственной продукции в хозяйствах Орловской области

№ п/п	Наименование образцов	Удельная активность (Бк/кг)	
		Цезий-137	Стронций-90
ООО «Бориловское КХ» Болховского района			
1	Сено злаково-бобовое	5,3±19,2	13,6±26,3
2	Сено люцерновое	8,9±19,2	23,2±23,7
3	Солома пшеничная	21,4±24,0	3,7±28,3
4	Солома овсяная	11,5±26,2	16,3±29,6
5	Силос кукурузный	18,5±32,2	16,6±33,6
6	Сенаж виковый	23,6±37,1	10,6±47,5
7	Зернофураж для КРС	20,3±32,3	2,4±40,5
8	Комбикорм для дойных коров	11,4±33,4	6,4±38,9
9	Отруби пшеничные	22,8±43,8	10,9±32,1
10	Ячмень	17,6±45,0	8,8±43,9
11	Овес	23,1±47,4	14,8±39,1
12	Пшеница	7,3±40,8	22,9±35,9
13	Тритикале	8,7±39,4	14,3±32,8
14	Кукуруза	21,4±38,3	11,7±34,2
АО ОПХ «Красная Звезда» Орловского района			
1	Сено разнотравное	1,9±23,9	0±45,7
2	Сено люцерновое	2,8±23,9	2,6±45,7
3	Солома пшеничная	4,1±35,1	9,8±34,9
4	Солома овсяная	1,1±35,1	0±39,3
5	Силос кукурузный	3,5±39,9	6,2±34,6
6	Сенаж люцерна	0±34,7	9,8±41,0
7	Комбикорм для дойных коров	3,1±32,1	5,9±47,9
8	Отруби пшеничные	2,9±23,1	2,5±35,8
9	Ячмень	7,6±31,8	1,9±45,6
10	Овес	1,6±32,1	4,2±52,3
11	Пшеница	4,8±32,8	4,5±39,5
12	Горох	9±23,1	7,3±36,9
13	Кукуруза	6,9±23,4	9,3±47,9
14	Подсолнечный шрот	12,2±44,6	12,2±26,9

Среднее и максимальное содержание цезия-137 в молочной продукции составляет 1,72/3,12 Бк/кг; в мясной – 1,2/1,3 Бк/кг; в овощах – 1,52/3,75 Бк/кг; в зерновых – 1,05/1,62 Бк/кг; в лесной продукции: в грибах – 5,16/14,25; в ягодах и фруктах – 1,52/3,75 Бк/кг. Все образцы соответствуют нормам радиационной безопасности.

В питьевой воде по суммарной альфа- и бета-активности превышений нормативов не зарегистрировано.

Радиационная обстановка в области стабильна и удовлетворительна, радиоактивность не является ведущим фактором техногенного воздействия на здоровье человека. Гамма-фон составляет 0,10-0,12 мкЗв/ч.

В двух хозяйствах Болховского и Орловского районов были отобраны образцы почвы и растениеводческой продукции (таблица 1).

Проведенные исследования показали (таблица), что в образцах грубых кормов (8 проб) присутствовало незначительное количество цезия-137, что составляло 7,1 Бк/кг, в том числе в пробах сена – 4,7 Бк/кг. Наибольшее количество цезия-137 было выявлено в соломе пшеничной из ООО «Бориловское КХ» – 21,4 Бк/кг. Содержание стронция-90 составляло 8,7 Бк/кг, в том числе в пробах сена – 9,8 Бк/кг, соломы – 7,5 Бк/кг. Наиболее высокая концентрация стронция была зарегистрирована в люцерновом сене из ООО «Бориловское КХ» и соломе овсяной из ООО «Бориловское КХ».

Сочные корма (4 образца) были представлены силосом кукурузным и сенажом бобовых культур. Средняя удельная активность сочных кормов по цезию-137 составляла 11,4 Бк/кг, в том числе в силосе – 11,0 Бк/кг, сенаже – 11,8 Бк/кг. Наиболее высокое загрязнение цезием-137 было зарегистрировано в силосе из ООО «Бориловское КХ», в сенаже из ООО «Бориловское КХ». Содержание стронция-90 в сочных кормах составляло в среднем 10,8 Бк/кг, в том числе в силосе – 11,8 Бк/кг, в сенаже – 10,2 Бк/кг. Максимальное содержание нуклида в силосе было зафиксировано в пробе из ООО «Бориловское КХ» и в сенаже из ООО «Бориловское КХ».

Концентраты были представлены отдельными видами зерновых, бобовых культур и комбикормовой смесью. Содержание цезия-137 в зернофуражах и зерновых в среднем составляло 11,4 Бк/кг, в том числе в фураже – 20,3 Бк/кг, в комбикорме – 11,4/3,1 Бк/кг, в пшеничных отрубях – 22,8/2,9 Бк/кг, в горохе – 9,0 Бк/кг, в пшенице – 7,3/4,8 Бк/кг, в кукурузе – 21,4/6,9 Бк/кг. Наиболее высокое содержание цезия-137 было зарегистрировано в пшеничных отрубях и овсе из ООО «Бориловское КХ», стронция-90 – в пробах пшеницы из ООО «Бориловское КХ».

Проведенные исследования показали, что вся растениеводческая продукция местного производства соответствует установленным нормам СанПиН 2.3.2.1078-01.

Выводы. Загрязнение территорий Орловской области продуктами ядерного деления урана и плутония спустя 35 лет после чернобыльской катастрофы значительно снизилось. Несмотря на это, локально регистрируется удельная активность почвы по цезию-137 выше 5 Ки/км². Радиационный фон при этом находится в пределах естественных значений. Радиационно-гигиеническая экспертиза грубых, сочных и концентрированных кормов для животных не выявила превышение уровня цезия-137 и стронция-90, в связи с чем они могут быть использованы по назначению без ограничений.

Литература

1. Анненков, Б. Н. Радиационные аварии и ликвидация их последствий в агрофере / Б. Н. Анненков, А. В. Егоров, Г. Г. Ильясов. – Казань: Издательство Академии наук РТ «Фэн», 2004. – 408 с.
2. Барсуков, О. А. Радиационная экология / О. А. Барсуков, К. А. Барсуков. – Москва: Научный мир, 2013. – 253 с.
3. Ведение животноводства в условиях радиоактивного загрязнения среды / Н. П. Лысенко, А. Д. Пастернак, Л. В. Рогожина, А. Г. Павлов. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2005. – 240 с.
4. Данные по радиоактивному загрязнению территории населённых пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240. – Обнинск: ФГБУ НПО «Тайфун», 2021. – С. 92-112.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Орловской области в 2020 году. – Орел: Управление Роспотребнадзора по Орловской области, 2021. – 180 с.
6. Рылов, М. И. Радиационная география России как объект системного исследования / М. И. Рылов, М. И. Тихонов. В 2-х томах Том.1 – Санкт-Петербург: ООО «Пресс-Сервис», 2014. – 323 с.

Сведения об авторах

1. **Ишмухаметов Камиль Талгатович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории радиационного контроля и техники, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 420075, Казань, Научный городок-2; e-mail: kamil-ishmuhametov@rambler.ru;

2. **Низамов Рустам Наилевич**, аспирант, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 420075, Казань, Научный городок-2; e-mail: 422710@mail.ru;

3. **Юнусов Ильнар Расимович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории радиационного контроля и техники, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 420075, Казань, Научный городок-2; e-mail: vnivi@mail.ru;

4. **Галлямова Марина Юрьевна**, аспирант, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 420075, Казань, Научный городок-2; e-mail: vnivi@mail.ru.

RADIATION AND ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE OREL REGION

K. T. Ishmukhametov, R. N. Nizamov, I. R. Yunusov, M. Yu. Galliamova

*Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety
420075, Kazan, Russian Federation*

Brief abstract. *The development and use of atomic energy by man for peaceful and military purposes has always been accompanied by the accumulation of technogenic radionuclides in the natural environment. As a result of the radiation catastrophe of 1986 at the Chernobyl NPP, the territories of Ukraine, Belarus, the Russian Federation and many other countries far beyond the borders of the former USSR were contaminated with nuclear fission products [3], [5]. At present, the radiation situation in the Russian Federation is stable and satisfactory. Radioactivity is not the leading factor of technogenic impact on human health. However, in some areas, an excess of cesium-137 and strontium-90 was locally detected in some types of products. The above reason served as the basis for conducting radiation-ecological monitoring and examination of agricultural products in two farms of the Oryol region. It was found that as a result of a radiation accident in the Oryol region, 165.6 thousand hectares of agricultural land, including 119.1 thousand hectares of arable land, were contaminated with radionuclides with a caesium-137 density of 1-15 Ci/km². Bolkhovskiy, Zalogoshchenskiy, Sverdlovskiy and Dmitrovskiy districts were classified as the most affected. At present, the ambient dose equivalent rate of gamma radiation in the region is 0.10-0.12 μSv/h. The content of cesium-137 in dairy products is 1.72/3.12 Bq/kg; in meat - 1.2 / 1.3 Bq / kg; in vegetables – 1.52/3.75 Bq/kg; in cereals - 1.05/1.62 Bq/kg; in forest products: mushrooms - 5.16/14.25; berries and fruits – 1.52/3.75 Bq/kg. All studied samples of plant products comply with the established radiation safety standards, therefore, they can be used without restriction.*

Key words: *cesium-137, strontium-90, monitoring, radionuclides, Oryol region.*

References

1. Annenkov, B. N. Radiacionnye avarii i likvidaciya ih posledstvij v agrosfere / B. N. Annenkov, A. V. Egorov, G. G. Il'yasov. – Kazan': Izdatel'stvo Akademii nauk RT «Fen», 2004. – 408 s.
2. Barsukov, O. A. Radiacionnaya ekologiya / O. A. Barsukov, K. A. Barsukov. – Moskva: Nauchnyj mir, 2013. – 253 s.
3. Vedenie zhivotnovodstva v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya sredy / N. P. Lysenko, A. D. Pasternak, L. V. Rogozhina, A. G. Pavlov. – Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo «Lan», 2005. – 240 s.
4. Dannye po radioaktivnomu zagryazneniyu territorii naselyonnykh punktov Rossijskoj Federacii ceziem-137, stronciem-90 i plutoniem-239+240. – Obninsk: FGBU NPO «Tajfun», 2021. – S. 92-112.
5. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Orlovskoj oblasti v 2020 godu. – Orel: Upravlenie Rospotrebnadzora po Orlovskoj oblasti, 2021. – 180 s.
6. Rylov, M. I. Radiacionnaya geografiya Rossii kak ob"ekt sistemnogo issledovaniya / M. I. Rylov, M. I. Tihonov. V 2-h tomah Tom.1 – Sankt-Peterburg: OOO «Press-Servis», 2014. – 323 s.

Information about authors

1. **Ishmukhametov Kamil Talgatovich**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Radiation Control and Engineering, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 420075, Kazan, Nauchnyy gorodok -2; e-mail: kamil-ishmukhametov@rambler.ru;

2. **Nizamov Rustam Nailevich**, post-graduate student, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 420075, Kazan, Nauchnyy gorodok -2; e-mail: 422710@mail.ru;

3. **Yunusov Ilnar Rasimovich**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Radiation Monitoring and Engineering, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 420075, Kazan, Nauchnyy gorodok -2; e-mail: vnivi@mail.ru;

4. **Galliamova Marina Yurievna**, post-graduate student, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 420075, Kazan, Nauchnyy gorodok -2; e-mail: vnivi@mail.ru.