

УДК 372.8: 614

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РАДИОАКТИВНЫМИ  
ЭЛЕМЕНТАМИ В РАЙОНАХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Тимкин Алексей Викторович**

магистрант

[tim-king@mail.ru](mailto:tim-king@mail.ru)

**Щербаков Сергей Юрьевич**

кандидат технических наук, доцент

[scherbakov78@yandex.ru](mailto:scherbakov78@yandex.ru)

**Фокин Алексей Анатольевич**

кандидат технических наук, доцент

[aa\\_fokin@mail.ru](mailto:aa_fokin@mail.ru)

Мичуринский государственный аграрный университет  
г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В работе представлены экспериментальные данные по содержанию радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почве и сельскохозяйственной продукции некоторых населенных пунктов Тамбовской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Показан их вклад в формирование средней годовой эффективной дозы облучения населения.

**Ключевые слова:** радиационное загрязнение, физический мониторинг, средняя годовая эффективная доза облучения от техногенных источников, радиационная безопасность.

Радиационный риск -это вероятность возникновения радиационных эффектов (заболеваний, нарушений трудоспособности, преждевременной смерти). Степень риска зависит от вида и способа излучения, дозы и мощности дозы, радиочувствительности облучённых органов. На показатели риска влияют пол, возраст в момент облучения и др. факторы. Риск получения радиационного воздействия на человека существенно повышается при выполнении работ в сельском хозяйстве на почвах подвергшихся радиоактивному загрязнению [1, 2, 3].

Не смотря на то, что в Тамбовской области нет радиационно опасных объектов, Распоряжением Правительства РСФСР от 28 декабря 1991 г. № 237-р 27 населенных пунктов Петровского и 2 – Сосновского районов были отнесены к населённым пунктам, имеющим определённый льготно-социальный статус в связи с радиационным загрязнением, причиной которого стала авария на Чернобыльской АЭС.

После аварии, исследования загрязнения территории России проводились методом гамма-аэрофотосъёмки с использованием летательного средства АН-2 на высотах, не превышающих 500 м. Данный метод давал общую картину загрязнения и относительную точность измерения достаточную для глобального мониторинга и зонирования территории.

Дальнейшие исследования, проведенные тем же методом в 1995 и 2000 гг. выявили только 6 населённых пунктов, где плотность поверхностного загрязнения почвы по цезию-137 составляла около 1 Ки/км<sup>2</sup>. При такой плотности загрязнения дозы облучения получаемые населением не превышают установленного санитарно-гигиенического норматива – 1 мЗв, поэтому Постановлением Правительства РФ от 18 декабря 1997 г. № 1582 с населенных пунктов области был снят соответствующий льготно-социальный статус.

Для проверки официальных результатов, полученных методом гамма-аэрофотосъёмки, нами были проведены исследования в 5-и населенных пунктах Петровского и 1-м населенном пункте Сосновского районов, с целью оценки

радиационной опасности для населения территорий районов Тамбовской области пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС.

Задачи исследования:

1. Определение степени загрязнения почв цезием-137 в исследуемых населённых пунктах;
2. Анализ содержания цезия-137 и стронция-90 в основных продуктах питания населения загрязнённой территории;
3. Расчёт средней годовой эффективной дозы облучения для населения, проживающего на исследуемой территории.

Работа выполнялась методами физического мониторинга путем отбора проб в населенных пунктах и их исследования, в соответствии с методиками и инструкциями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [4].

Измерительным средством являлся компьютеризированный гамма-бета-спектрометрический комплекс с программным обеспечением «Прогресс-БГ», детектором излучения в котором является сцинтилляционный счетчик. Для измерения гамма-фона исследуемых участков местности использовался измеритель мощности дозы ДРГ-01Т.

На основании полученных данных производился расчёт средней годовой эффективной дозы у жителей исследуемых населённых пунктов: после анализа поверхностной активности цезия-137 в почве была определена средняя годовая эффективная доза внешнего облучения для населения, а после определения содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания и расчета среднего годового поступления данных радионуклидов в организм, определена средняя годовая эффективная доза внутреннего облучения и полная средняя годовая эффективная доза [5].

Поскольку загрязнение почвы вносит вклад в дозу внешнего облучения, определялась только поверхностная активность цезия-137, на 92 % являющегося гамма-излучателем, в отличие от стронция-90, способного излучать только бета-частицы. В исследуемых районах активность цезия

составила 4,58-24,68 кБк/м<sup>2</sup> (0,124-0,667 Ки/км<sup>2</sup>), что соответствует средней годовой эффективной дозе внешнего облучения 0,006-0,034 мЗв (табл. 1).

Таблица 1

Значения дозы внешнего гамма-излучения ( $E_\gamma$ ) для жителей исследуемых населённых пунктов

Населённые пункты	Поверхностная активность $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>	$E_\gamma$ , мкЗв
Петровский	13,02	17,96
Никольское	9,2	12,69
Новоситовка	11,03	15,22
П.-Чичерино	4,58	6,31
Михайловка	24,68	34,05
Русское	15,0	20,70

Сравнение результатов исследования почв по загрязнению цезием-137 с результатами глобального мониторинга территории России показало, что в отдалённый период времени после выпадения радиоактивных осадков значительную роль в снижении активности играет не распад радионуклидов, а процессы их миграции в почвенных горизонтах. Значение процессов миграции по сравнению с радиоактивным распадом можно оценивать не менее, чем в 2 раза [6].

Затем было определено содержание радионуклидов в основных продуктах питания, выращенных на загрязнённых территориях. Средняя концентрация цезия-137 в молоке составила 0,045-0,6 Бк/л, а стронция-90 – 0,0038-0,01 Бк/л. Средняя удельная активность в картофеле для цезия-137 составила 0,0036-0,0997 Бк/кг и для стронция-90 – 0,002-0,0138 Бк/кг.

Используя эквивалент годового потребления животных, растительных и природных пищевых продуктов взрослыми жителями средней полосы Европейской части России, были проведены расчёты среднего годового поступления цезия-137 и стронция-90 в организм жителей исследуемых населённых пунктов (табл. 2). Создаваемая цезием-137 и стронцием-90 среднегодовая доза внутреннего облучения при этом составила 0,0013-0,014 мЗв.

Таблица 2

Среднее годовое поступление цезия-137 и стронция-90 в организм жителей и создаваемая радионуклидами доза внутреннего облучения ( $E_{вн}$ )

Населённые пункты	$I_{137}$ , Бк	$I_{90}$ , Бк	$E_{вн}$ , мЗв
Петровское	119,5	4,25	0,00167
Никольское	106,165	3,0	0,00146
Н.Ситовка	108,75	3,8	0,00152
П.-Чичерино	97,285	1,45	0,00130
Михайловка	189	8,45	0,00269
Русское	1053,35	10,4	0,0140

Анализ полученных данных показывает, что средняя годовая эффективная доза для населения, в соответствии с действующим законодательством являющаяся главным показателем радиационной безопасности, в данных населенных пунктах соответствует 0,015-0,037 мЗв (табл. 3), при допустимой дозе – 1 мЗв [1, 2, 7].

Таблица 3

Средняя годовая эффективная доза ( $E$ ) жителей исследуемых населённых пунктов на основании экспериментальных данных

Населённые пункты	$E_{\gamma}$ , мЗв	$E_{вн}$ , мЗв	$E$ , мЗв
Петровское	0,018	0,0017	0,020
Никольское	0,013	0,0015	0,015
Новоситовка	0,015	0,0015	0,017
П.-Чичерино	0,006	0,0013	0,007
Михайловка	0,034	0,0027	0,037
Русское	0,020	0,014	0,034

Весьма показательна соотношение доз естественного радиационного фона и доз облучения от цезия-137 и стронция-90. Если принять среднее значение естественного фона радиации в 1 мЗв год, а для центральной России оно составляет 0,8-1,2 мЗв/год, то среднее значение годовой дозы от цезия-137 и стронция-90 составляет 2,15 % от общего радиационного фона (рис. 1).

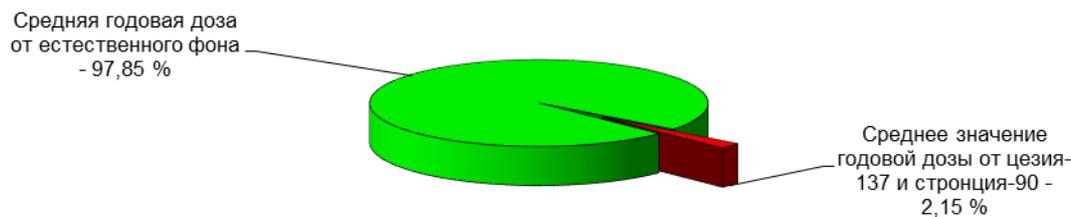


Рисунок 1 – Соотношение доз естественного и искусственного радиационного фона

Таким образом, на основании полученных исследований можно констатировать, что:

- максимальная средняя годовая доза облучения от цезия-137 и стронция-90 на территории исследуемых населённых пунктов составляет 0,037 мЗв, что более чем в 27 раз меньше установленной нормы облучения от техногенных источников указанной в Нормах радиационной безопасности (99/2009);

- указанная доза составляет всего 3,6 % от годовой дозы естественного фона. Поэтому, на настоящий момент на территории населённых пунктов Петровского и Сосновского районов Тамбовской области для населения не существует радиационной опасности, а также нет препятствия для получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

### Список литературы:

1. Характеристика методов проведения анализа риска / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, Д.И. Стрельников [и др.] // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 253.
2. Щербаков, С.Ю. Исследование опасных факторов производственной среды и факторов риска травмирования / С.Ю. Щербаков, А.А. Фокин, А.А. Заборских // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 58.
3. Сравнительный анализ существующих подходов к оценке травмоопасности / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, С.А. Петрушенко, А.П. Коробельников // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 252.
4. МУ 2.6.1.784-99 Зонирование населенных пунктов РФ, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по

критерию годовой дозы облучения населения [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029629>.

5. Тимкин, А.В. Решение задач на определение последствий воздействия ионизирующего излучения на здоровье человека при изучении вопросов радиационной безопасности в школе и вузе / А.В. Тимкин // Педагогика безопасности: сб. материалов международной науч. конф. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2015. – С. 168-171.

6. Тимкин, А.В. Оценка загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции радионуклидами цезия-137 и стронция-90 в некоторых районах Тамбовской области / А.В. Тимкин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. – 2017. – №1. – С. 8-13.

7. Тимкин, А.В. Радиационная безопасность / А.В. Тимкин // учеб. пособие. – Мичуринск: МГПИ, 2007. – 188 с.

8. Подготовка инженерных кадров в области техносферной безопасности в разрезе аграрного университета / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков [и др.]// В сб: Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2018. – С. 177-181

UDC 372.8; 614

**INVESTIGATION OF CONTAMINATION OF SOILS AND  
AGRICULTURAL PRODUCTS WITH RADIOACTIVE ELEMENTS IN THE  
TAMBOV REGION**

**Timkin Alexey Viktorovich**

Undergraduate

[tim-king@mail.ru](mailto:tim-king@mail.ru)

**Sherbakov Sergey Yurievich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

[scherbakov78@yandex.ru](mailto:scherbakov78@yandex.ru)

**Fokin Alexey Anatolievich**

Candidate of Technical Sciences, associate Professor

[aa\\_fokin@mail.ru](mailto:aa_fokin@mail.ru)

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The paper presents experimental data on the content of cesium-137 and strontium-90 radionuclides in the soil and agricultural products of some settlements of the Tambov region affected by the Chernobyl accident. Their contribution to the formation of the average annual effective radiation dose of the population is shown.

**Key words:** radiation pollution, physical monitoring, the average annual effective dose from technological of sources, Radiation Safety.