

ОЦЕНКА ДОЗ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОЧИХ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сообщение 1

**П.М. Орлов, Н.И. Аканова, д.б.н., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»
127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а, E-mail: N_Akanova@mail.ru**

Проведены оценки уровней загрязнения почвы ^{137}Cs в Гордеевском, Злыковском и Климовском районах Брянской области. Отмечена высокая вариабельность содержания на уровне муниципалитетов и сельских поселений. По прогнозу на 2025 г. верхние пределы дополнительных эффективных годовых доз внешнего облучения ^{137}Cs во всех муниципалитетах обследованных районов не превысят требований норм радиационной безопасности для населения в 1 мЗв/год. В отдельных сельских поселениях, имеющих аномально высокое содержание ^{137}Cs в почве, рассчитаны мощности эффективного внешнего облучения для сельскохозяйственных рабочих, проводящих сельскохозяйственные или реабилитационные работы. Оценено ориентировочно допустимое годовое время их пребывания (200-1200 ч/год) на сильно загрязненных полях.

Ключевые слова: почва, уровень загрязнения ^{137}Cs , дополнительная годовая эффективная доза, сельскохозяйственные рабочие.

Для цитирования: Орлов П.М., Аканова Н.И. Оценка доз внешнего облучения сельскохозяйственных рабочих на загрязненной территории Брянской области// Плодородие. – 2024. – №4. – С. 79-83. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.18.

Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения почвы представляет собой сложную научно-производственную задачу. С одной стороны, требуется получение сельскохозяйственной продукции с уровнем загрязнения радионуклидами, удовлетворяющим требованиям санитарно-гигиенических норм. С другой стороны, необходимо обеспечить радиационную безопасность сельскохозяйственных рабочих.

При радиоактивном загрязнении почвы ^{137}Cs от аварии на Чернобыльской АЭС основное внимание уделялось проблеме получения безопасной сельскохозяйственной продукции. Были разработаны агрохимические и агротехнические методы снижения поступления ^{137}Cs в урожай. Решению проблемы радиационной безопасности сельскохозяйственных рабочих уделялось недостаточное внимание. Между тем, в Брянской области уровни загрязнения почв ^{137}Cs были достаточно велики. На отдельных территориях плотность загрязнения почвы ^{137}Cs превышала 100 Ки/км². На 17 тыс. га сельскохозяйственных угодий плотность загрязнения ^{137}Cs почвы в 1992-1993 г. превышала 40 Ки/км² [1], что обеспечивало весомый «вклад» внешнего облучения человека в эффективную годовую дозу. В этой связи возникает проблема учета годовых эффективных доз внешнего облучения сельскохозяйственных рабочих, выполняющих работы на сельскохозяйственных угодьях с высоким уровнем загрязнения почвы ^{137}Cs .

Проблема учета годовых эффективных доз внешнего облучения осложняется тем, что загрязнение почвы после радиоактивных выпадений в Брянской области характеризуется сильной неравномерностью на уровне районов, муниципалитетов, отдельных сельских поселений [2]. Это требует большого объема статистических расчетов.

Спустя 35 лет после Чернобыльской аварии в Брянской области высокие уровни загрязнения почвы ^{137}Cs остаются в 6 районах: Гордеевском, Злыковском,

Климовском, Клинцовском, Красногорском и Новозыбковском. Также сохраняется сильная неравномерность загрязнения почвы [3].

Ранее нами были проведены статистические оценки средних значений и стандартных интервалов содержания ^{137}Cs в почве и годовых эффективных доз для населения, проживающего и работающего в сильно загрязненных районах Брянской области [4]. В 2022 г. эти дозы не превышали требований норм радиационной безопасности в 1 мЗв/год для населения.

Однако, при обработке массива данных [4, 5] были выявлены муниципалитеты, сельские поселения, которые содержали аномально высокие концентрации ^{137}Cs в почве. Они обуславливали значительно большие мощности эффективных доз на сельскохозяйственных угодьях по сравнению со стандартными значениями для муниципалитетов. Соответственно, необходимы оценка мощности и годовые эффективные дозы внешнего облучения для сельскохозяйственных рабочих при проведении реабилитационных работ на угодьях, выведенных из землепользования (плотность загрязнения почвы ^{137}Cs более 80 Ки/км² в 1992-1993 г.).

В настоящей работе проведена оценка мощности и годовых эффективных доз внешнего облучения сельскохозяйственных рабочих при работах на сильно загрязненных (40-80 Ки/км²) и аномально сильно загрязненных полях (более 80 Ки/км²) Гордеевского, Злыковского и Климовского районов Брянской области.

Цель работы - оценить ориентировочно допустимое время пребывания на течение 1 года сельскохозяйственных рабочих на сильно загрязненных и аномально сильно загрязненных сельскохозяйственных угодьях.

По результатам работы [5], из совокупности данных по содержанию ^{137}Cs в почве отобраны муниципалитеты и сельские поселения, в которых среднее содержание превышало 5 Ки/км² в 2014 г. С учетом периода полувыведения ^{137}Cs из почвы [4] рассчитано его содержание в

почве в 2025 и 2030 г. в муниципалитетах и сельских поселениях. Результаты представлены в таблицах 1-3. Из них видно, что наблюдается сильная неравномерность загрязнения почвы сельских поселений. Минимальное и максимальное значения наблюдаемого интервала разнятся в несколько раз. Для отдельных поселений в 10 и более раз, для муниципалитетов эти различия меньше, но тоже весьма существенны. Это характерно для всех трех районов.

Обращает на себя внимание высокое среднее значение уровня загрязнения в селе «Кожаны» Мирнинского муниципалитета Гордеевского района (табл.1). Годовую

эффективную дозу внешнего облучения в 1 мЗв/год обуславливает уровень загрязнения почвы 15,7 Ки/км². В 2014 г. среднее содержание ¹³⁷Cs в почве села «Кожаны» равнялось 20,5 Ки/км², в 2025 г. оно будет составлять 16,3 Ки/км². В селе «Кожаны» и его окрестностях было отобрано и проанализировано 38 образцов почвы, что говорит о надежности полученных средних значений. С целью соблюдения требований Норм радиационной безопасности [6] жителей села «Кожаны» не рекомендуется использовать на сельскохозяйственных работах, на полях с высоким содержанием в почве ¹³⁷Cs или на реабилитационных работах.

1. Загрязнение полей ¹³⁷Cs на уровне муниципалитетов Гордеевского района

Муниципалитет, сельское поселение*	Содержание ¹³⁷ Cs в почве, Ки/км ² (среднее значение/интервал наблюдения)			Число проб
	2014 г.	2025 г.	2030 г.	
Глинновское	6,5±0,5/5,4-7,6	5,2±0,4/4,3-6,0	4,6±0,4/3,8-5,4	76
д. Колыбели	8,1/2,2-13,7	6,4/1,7-10,9	5,7/1,6-9,7	17
д. Новоселье	6,4/4,1-10,9	5,1/3,3-8,7	4,5/2,9-7,7	12
п. Березина	5,8/3,0-9,2	4,6/2,4-7,3	4,1/2,1-6,5	15
п. Борец	6,9/1,6-9,0	5,5/1,3-7,1	4,9/1,1-6,4	13
п. Строгова Буда	5,2/1,0-11,3	4,1/0,8-9,0	3,7/0,7-8,0	19
Гордеевское	7,1±1,2/4,1-10,1	5,7±1,0/3,3-8,0	5,0±0,8/2,9-7,1	215
д. Васильевка	6,2/2,8-12,2	4,9/2,2-9,7	4,4/2,0-8,6	17
д. Завод корецкий	5,2/2,9-10,1	4,1/2,3-8,0	3,6/2,1-7,1	29
д. Поконь	6,5/3,8-11,9	5,2/3,0-9,4	4,6/2,7-8,4	20
п. Дальний клин	5,9/1,9-10,1	4,7/1,5-8,0	4,2/1,3-7,1	15
п. Зеленый клин	5,2/3,7-7,8	4,1/2,9-6,2	3,7/2,6-5,5	19
п. Медведовка	5,8/0,8-12,6	4,6/0,6-10,0	4,1/0,6-8,9	21
п. Смелый	6,2/3,3-13,3	4,9/2,6-10,6	4,4/2,3-9,4	14
с. Гордеевка	13,1/0,9-41,1	10,4/0,7-32,6	9,3/0,6-29,2	80
Мирнинское	15,8±2,1/11,6-20,0	12,5/9,2-15,9	11,2/8,2-14,1	157
п. Безбожник	14,2/7,3-27,4	11,3/5,8-21,8	10,0/5,2-19,4	24
п. Зайцев	11,6/3,3-20,0	9,2/2,6-15,9	8,2/2,3-14,1	23
п. Мирный	17,7/0,9-50,7	14,1/0,7-40,3	12,5/0,6-35,8	72
с. Кожаны	20,5/6,7-32,6	16,3/5,3-25,9	14,5/4,7-23,0	38
Петробудское	11,3±0,5/10,0-12,6	9,0/7,9-10,0	8,0/7,1-8,9	212
д. Малоудобное	12,2/6,9-19,2	9,7/5,5-15,2	8,6/4,9-13,6	23
п. Владимировка	12,3/6,9-19,2	9,8/5,5-15,2	8,7/4,9-13,5	23
п. Залипье	11,4/2,8-20,8	9,1/2,2-16,5	8,1/2,0-14,7	28
п. Криштопов ручей	13,6/6,5-20,7	10,8/5,2-16,4	9,6/3,7-14,6	20
п. Сугродовка	10,3/3,5-20,3	8,2/2,8-16,1	7,3-14,4	27
с. Перетин	9,8/4,7-27,4	7,8/3,7-21,8	6,9/3,3-19,4	23
с. Петрова Буда	10,2/1,8-25,9	8,1/1,4-20,6	7,2/1,3-18,3	35
с. Смелыч	10,5/3,2-32,5	8,3/2,5-25,8	7,4/1,8-23,0	33
Рудневоворобьевское	10,3±1,4/6,6-14,0	8,2/5,2-11,1	7,3/4,7-9,9	176
д. Нововицкая	10,9/1,7-17,5	8,7/1,3-13,9	7,7/1,2-12,4	30
д. Поповка	11,3/1,9-18,9	9,0/1,5-15,0	8,0/1,3-13,4	30
д. Рудня-Воробьевка	11,5/0,3-21,0	9,1/0,2-16,7	8,1/0,2-14,8	32
д. Старовицкая	13,3/5,3-25,3	10,6/4,2-20,1	9,4/3,7-17,9	27
Д. Удел	5,2/2,8-9,5	4,1/2,2-7,5	3,7/2,0-6,7	15
п. Зеленый рог	5,3/1,5-8,8	4,2/1,2-7,0	3,7/1,1-6,2	14
с. Ширяевка	14,8/7,2-24,1	11,8/5,7-19,1	10,4/5,1-17,0	28
Творшинское	8,3±1,1/5,7-10,9	6,7/4,5-8,7	5,9/4,1-7,7	217
д. Михайловка	10,2/1,8-28,0	8,1/1,4-22,2	7,2/1,3-19,8	42
д. Черный ручей	5,2/1,2-10,6	4,1/1,0-8,4	3,7/0,9-7,5	43
п. Ипуть	5,8/1,2-12,1	4,6/1,0-9,6	4,1/0,9-8,6	16
п. Креншенский	7,1/2,4-15,0	5,6/1,9-11,9	5,0/1,7-10,6	23
п. Степана Разина	10,7/4,6-19,6	8,5/3,7-15,6	7,6/3,3-13,9	17
с. Творшинское	11,0/1,6-116,6	8,7/1,3-92,6	7,8/1,1-82,4	76
Уношевское	8,4±0,9/6,1-10,7	6,7/4,8-8,5	5,9/4,3-7,6	149
д. Алиевка	7,8/0,2-14,5	6,2/0,2-11,5	5,5/0,2-10,3	27
д. Антоновка	12,4/7,5-16,2	9,8/6,0-12,9	8,8/5,3-9,1	20
д. Федоровка	8,4/4,6-16,4	6,7/3,7-13,0	5,9/3,3-11,6	20
д. Хармынка	9,3/1,3-15,9	7,4/1,0-12,6	6,6/0,9-11,2	20
с. Кузнецы	6,0/1,0-12,7	4,8/0,8-10,1	4,2/0,7-9,0	28
с. Уношино	6,6/1,3-13,3	5,2/1,0-10,6	4,7/0,9-9,4	34
Гордеевский р-н в целом	7,4±0,5/3,3-11,5	5,9/2,6-9,1	5,2/2,3-8,1	1655

*Для сел и деревень представлены средние значения, и наблюдаемые интервалы; для муниципалитетов - средние значения и стандартные интервалы; среднее значение, погрешность в оценке среднего значения и стандартные интервалы, вычисленные на основе средних значений для сел и деревень.

Примечание. д.- деревня; п. – поселок; с. – село; м. – муниципалитет.

2. Загрязнение полей на уровне муниципалитетов Злыковского района

Муниципалитет	Содержание ¹³⁷ Cs в почве, Ки/км ² , среднее значение/интервал наблюдения			Число проб
	2014 г.	2025 г.	2030 г.	
Вышиковский	16,7/14,5-18,9	12,2/10,6-13,8	10,7/9,3-12,1	321
д. Гута	16,0/7,9-25,5	11,7/5,8-18,6	10,2/5,1-16,3	26
д. Муравинка	15,7/10,3-30,4	11,5/7,5-22,2	10,0/6,6-19,5	25
д. Сенное	18,7/8,3-28,1	13,7/6,1-20,5	12,0/5,3-18	21
п. Вышков	17,1/5,2-73,3	12,5/3,8-53,5	10,9/3,3-46,9	118
п. Красный камень	17,1/9,5-31,7	12,5/6,9-23,1	10,9/6,1-20,3	21
п. Любин	13,6/8,4-20,7	9,9/6,1-15,1	8,7/5,4-13,2	19
п. Чехов	20,5/12,1-31,9	15,0/8,8-23,3	13,1/7,7-20,4	28
с. Добродеевка	14,7/3,0-64,5	10,7/2,2-47,1	9,4/1,9-41,3	63
Денисовский	8,6/6,6-10,6	6,3/4,8-7,7	5,6/4,2-6,8	160
д.Федоровка	7,0/3,1-12,2	5,1/2,3-8,9	4,5/2,0-7,8	22
п. Нетеша	6,8/3,4-11,3	5,0/2,5-8,2	4,4/2,2-7,2	26
с. Денисовичи	9,9/2,7-21,3	7,2/2,0-15,5	9,3/1,7-13,6	64
с. Лысые	10,7/4,5-36,1	7,8/3,3-26,3	6,8/2,9-23	58
Злыковский	11,4/8,8-14,0	8,3/6,4-10,2	7,3/5,6-9,0	55
д. Петровка	9,5/3,1-13,4	6,9/2,3-9,8	6,1/2,0-8,6	33
п. Павлиха	13,2/11,3-23,3	9,6/8,2-17,0	8,4/7,2-14,9	22
Роговский	7,8/6,3-9,3	5,7/4,6-6,8	5,0/4,0-6,0	142
п. Добрынка	8,2/4,4-17,5	6,0/3,2-12,8	5,2/2,8-11,2	20
п. Новобезжов	6,2/1,2-43,1	4,5/0,9-31,5	4,0/0,8-27,6	28
п.Софиевка	9,7/0,7-21,1	7,1/0,5-15,4	6,2/0,4-13,5	33
с. Рогов	6,9/1,2-22,6	5,0/0,9-16,5	4,4/0,8-14,5	61
Спиридоново-будской	7,6/6,3-8,9	5,5/4,6-6,5	4,9/4,0-5,7	352
д. Карпиловка	8,4/2,2-23,4	6,1/1,6-17,1	5,4/1,4-15,0	61
п. Вишенки	5,7/2,1-8,1	4,2/1,5-5,9	3,6/1,0-5,2	11
п. Озерище	9,0/4,3-32,6	6,6/3,1-23,8	5,8/2,8-20,9	36
п. Сосновый Бор	6,7/1,9-26,8	4,9/1,4-19,6	4,3/1,2-17,2	29
с. Спиридоновка	8,0/2,4-34,3	5,8/1,8-25	5,1/1,5-22,01	215
Щербиничское	9,9/5,3-14,5	7,2/3,9-10,6	6,3/3,4-9,3	391
д. Барки	16,1/6,0-49,5	11,8/4,4-36,1	10,3/3,8-31,7	29
п.Вилы	7,7/<35,1	5,8/<25,6	4,9/<22,5	68
п. Вороновка	8,1/0,7-16,4	5,9/0,5-12,0	5,2/0,4-10,5	26
п. Добрынь	8,1/2,5-19,5	5,9/1,8-14,2	5,2/1,6-12,5	17
п. Еловка	7,0/2,3-19,4	5,1/1,7-14,1	4,5/1,5-12,4	42
п. Савичка	18,3/5,1-76,9	13,4/3,7-56,1	11,7/3,3-49,2	19
п. Свидерки	14,0/8,4-17,8	10,2/6,1-13,0	9,0/5,4-11,4	16
п. Свисток	8,6/2,2-25,7	6,3/1,6-18,8	5,5/1,4-16,4	23
Большие Щербиничи	8,8/2,2-33,1	6,4/1,6-24,2	5,6/1,4-21,1	128
Малые Щербиничи	5,5/2,7-7,6	4,0/2,0-5,5	3,5/1,7-4,9	23
<i>Злыковский район в целом</i>	17,8/9,8-25,8	13,0/7,2-18,8	11,4/6,3-16,5	1743

3. Загрязнение полей на уровне муниципалитетов Климовского района

Муниципалитет	Содержание ¹³⁷ Cs в почве, Ки/км ² , среднее значение/интервал наблюдения			Число проб
	2014 г.	2025 г.	2030 г.	
Климовский	5,6	4,4	4,0	227
п.Климовка	5,6/0,4-24,6	4,4/0,3-19,5	4,0/0,3	227
Лакомобудское	7,3/5,4-9,2	5,8/4,3-7,3	5,2/3,8-6,5	45
п. Побожеевка	6,7//5,2-9,3	5,3/4,1-7,3	4,7/3,7-6,6	13
п. Аршинины Ляды	5,1/1,3-9,7	4,0/1,0-7,7	3,6/0,9-5,4	8
п. Ольховка	9,7/1,3-22,8	7,7/1,0-18,1	6,9/0,9-16,1	12
с. Лакомо Будское	7,5/2,3-11,8	6,0/1,8-9,4	5,3/1,6-6,6	12
Митьковское	6,7/6,0-7,3	5,3/4,8-5,8	4,7/4,2-5,2	52
с. Митьковка	7,3/4,3-16,3	5,8/3,4-12,9	5,2/3,0-11,5	29
с. Хохловка	6,0/1,3-13,7	4,7/1,0-10,9	4,2/0,9-9,7	23
Плавенское	6,2/5,0-7,4	4,9/4,0-5,9	4,4/3,5-5,2	46
п. Чернятин	5,6/0,7-11,0	4,4/0,6-8,7	4,0/0,5-7,7	11
с. Каменка	6,1/2,2-11,2	4,8/1,7-8,9	4,3/1,6-7,9	9
д. Добрынь	5,1/1,9-7,4	4,0/1,5-5,9	3,6/1,3-5,2	13
п.Важица	7,9/5,7-10,7	6,3/4,5-8,5	5,6/4,0-6,0	13
Сачковичское	7,4/6,1-8,7	5,9/4,8-6,9	5,2/4,3-6,2	39
п. Новогиреевка	8,7/3,3-16,5	6,9/2,6-13,1	6,2/2,3-11,7	27
п. Первомайский	6,1/1,6-13,0	4,8/1,3-10,3	4,3/1,1-9,2	12
Чуравичское	5,1	4,0	3,6	13
п. Перекоп	5,1/0,4-11,3	4,0/0,3-9,0	3,6/0,3-8,0	13

В остальных муниципалитетах среднее содержание ^{137}Cs в почве меньше 15,8 Ки/км². Однако во многих муниципалитетах Гордеевского и Злыковского районов верхние границы превышают уровень 15,7 Ки/км² [7]. Риски получения дополнительных эффективных годовых доз внешнего облучения более 1 мЗв/год сохраняются. Такие риски особенно высоки в поселке «Мирный» муниципалитета Мирнинский и селе «Творшинское» муниципалитета Творшинский Гордеевского района. В Злыковском районе к таковым относятся поселок «Вышков» и село «Добродеевка» Вышковского муниципалитета и деревня «Савички» муниципалитета Щербинское. В Климовском районе таких поселений нет.

Сильная вариабельность содержания ^{137}Cs в почве обуславливает необходимость оценки годовых эффективных доз облучения сельскохозяйственных рабочих, проживающих и работающих на территории сильно загрязненных муниципалитетов.

4. Дополнительные годовые эффективные дозы внешнего облучения (H_1) от ^{137}Cs в почве для сельскохозяйственных рабочих Брянской области

Муниципалитет	Годовая эффективная доза, мЗв/год		
	2014 г.	2025 г.	2030 г.
Гордеевский район			
Глинковское	0,41/0,34-0,48	0,33/0,27-0,38	0,29/0,26-0,34
Гордеевское	0,45/0,26-0,64	0,36/0,21-0,51	0,32/0,18-0,36
Мирнинское	1,0/0,74-1,24	0,79/0,59-0,98	0,71/0,45-0,88
Петробудское	0,72/0,64-0,80	0,57/0,51-0,64	0,51/0,45-0,57
Рудневоробьевское	0,66/0,42-0,89	0,52/0,33-0,71	0,47/0,30-0,50
Творшинское	0,53/0,36-0,69	0,42/0,29-0,55	0,37/0,25-0,49
Уношевское	0,54/0,39-0,68	0,43/0,31-0,54	0,38/0,28-0,46
Злыковский район			
Вышковский	1,06/0,92-1,20	0,78/0,68-0,88	0,68/0,59-0,78
Денисовский	0,55/0,42-0,68	0,40/0,31-0,49	0,36/0,27-0,43
Злыковский	0,73/0,56-0,89	0,53/0,41-0,65	0,47/0,36-0,57
Роговский	0,50/0,40-0,59	0,36/0,29-0,43	0,32/0,25-0,38
Спирidonово-Будской	0,48/0,40-0,57	0,35/0,29-0,41	0,31/0,25-0,36
Щербинское	0,63/0,34-0,92	0,46/0,25-0,68	0,40/0,22-0,59
Климовский район			
Климовский	0,36	0,28	0,25
Лакомобудское	0,47/0,34-0,58	0,37/0,27-0,47	0,33/0,24-0,40
Митьковское	0,43/0,38-0,45	0,34/0,31-0,37	0,30/0,27-0,33
Плавенское	0,39/0,32-0,47	0,31/0,25-0,38	0,28/0,22-0,33
Сачковское	0,47/0,39-0,55	0,38/0,31-0,44	0,33/0,27-0,39
Чуравичское	0,32	0,25	0,23

В таблице 4 представлены дополнительные годовые эффективные дозы внешнего облучения от ^{137}Cs в почве для сельскохозяйственных рабочих на уровне муниципалитетов Гордеевского, Злыковского и Климовского районов. Расчет годовых эффективных доз внешнего облучения проводился в соответствии с методикой [8] по формуле:

$$H_1 = \frac{B_1 \cdot K_1}{J} \left(\omega + \frac{1 - \omega}{K_x} \right), \quad (1)$$

где B_1 - дозовый коэффициент внешнего облучения, т.е. мощность эквивалентной дозы поля внешнего облучения от поверхностного загрязнения ^{137}Cs почвы 1 Ки/км² на высоте 1 м; $B_1 = 0,341$ (мЗв · км²)/(год Ки);

K_1 - фактор самопоглощения гамма-излучения в пахотном слое при равномерном распределении в нем ^{137}Cs ($K_1 = 0,4$);

ω - доля времени пребывания человека на открытой местности (в среднем за год $\omega = 0,5$);

J - коэффициент изотропности, учитывающий самоэкранирование тела человека в поле внешнего гамма-излучения (для ^{137}Cs $J = 1,5$);

K_x - кратность ослабления внешнего гамма-излучения деревянной жилой застройки (для гамма-излучения ^{137}Cs $K_x = 2,5$).

Подстановка этих значения в формулу 1 дает величину $H_1 = 0,0637$ (мЗв · км²)/(год Ки). Эта величина одинакова для всех типов почв.

В 2014 г. в Мирнинском муниципалитете Гордеевского района верхняя граница стандартных эффективных годовых доз равнялась 1,24 мЗв/год, в Вышковском муниципалитете Злыковского района эта величина составляла 1,20 мЗв/год.

Внутри муниципалитетов выделены поселения (села, деревни), в которых годовая эффективная доза внешнего облучения от ^{137}Cs в почве превышала 1 мЗв/год.

На этих территориях рассчитана мощность эффективной дозы внешнего облучения от ^{137}Cs для сельскохозяйственных рабочих в 2014, 2025 и 2030 г. Расчет производили по формуле:

$$H^* = B_2 K_1 / J, \quad (2)$$

где B_2 - дозовый коэффициент внешнего облучения, т.е. мощность эквивалентной дозы поля внешнего облучения от поверхностного загрязнения ^{137}Cs почвы 1 Ки/км² на высоте 1 м; $B_2 = 0,039$ (мкЗв · км²)/(ч · Ки).

Подстановка численных значений в формулу 3 дает величину $H^* = 0,010$ мкЗв/ч. Эта величина относится к пахотным почвам, в которых ^{137}Cs равномерно распределен по пахотному слою почвы в 20 см ($K_1 = 0,4$). Принято считать, что в непахотных сельскохозяйственных угодьях ^{137}Cs находится в слое почвы 5 см. В этом случае поглощение гамма излучения ^{137}Cs почвой меньше в 2 раза ($K_2 = 0,8$). Соответственно, $H^* = 0,020$ мкЗв/час. Результаты представлены в таблице 5.

5. Мощности эффективных доз облучения (H^*) сельскохозяйственных рабочих на территории с высоким уровнем загрязнения почвы ^{137}Cs

Муниципалитет, село (с), поселок (п)	Мощность эффективной дозы, мкЗв/ч		
	2014 г.	2025 г.	2030 г.
Гордеевский район			
Мирнинский, п. Мирный	0,5/1,0	0,4/0,8	0,35/0,7
Творшинский, с. Творшинское	1,2/2,4	1,0/2,0	0,85/1,7
Злыковский район			
Вышковский, п. Вышков	0,73/1,5	0,54/1,1	0,47/0,9
Вышковский, с. Добродеевка	0,65/1,3	0,47/0,9	0,41/0,8
Щербинское, д. Савичка	0,77/1,5	0,56/1,1	0,49/1,0

Примечание. До черты - пахотные угодья, после черты - непахотные угодья (здесь и в табл. 6).

В соответствии с данными таблиц 4, 5 по формуле 3 оценили ориентировочно допустимое время (верхняя граница) пребывания рабочих на сельскохозяйственных угодьях с аномально высоким содержанием ^{137}Cs в почве.

$$t = 1000(1 - H_1) / H^*, \quad (3)$$

где H_1 - годовая эффективная доза облучения от ^{137}Cs , которую получает сельскохозяйственный рабочий, работая и проживая в данной местности (населенном пункте);

Н* - мощность эффективной дозы облучения на сельскохозяйственном угодье от ^{137}Cs .

Результаты представлены в таблице 6.

6. Ориентировочно допустимое время пребывания сельскохозяйственных рабочих на полях с аномально высокими уровнями загрязнения почвы ^{137}Cs

Сельское поселение	Допустимое время пребывания, ч/год	
	2025 г.	2030 г.
Гордеевский район		
п. Мирный	525/260	830/415
п.Торшинский	580/290	740/370
Злыковский район		
м. Вышиковский, п. Вышков	410/205	680/340
м. Вышиковский, с. Добродеевка	470/235	540/270
м. Щербинское, д. Савичка	960/480	1200/600

Заключение. В настоящей работе оценены и спрогнозированы годовые эффективные дозы внешнего облучения сельскохозяйственных рабочих, проживающих и работающих в наиболее загрязненных муниципалитетах Гордеевского, Злыковского и Климовского районов Брянской области. Высокая вариабельность загрязнения почвы ^{137}Cs обуславливает значительный разброс результатов оценки. В соответствии с полученными результатами удалось оценить ориентировочно допустимое время пребывания сельскохозяйственных рабочих на наиболее загрязненных полях муниципалитетов Гордеевского и Злыковского районов в 2025 и 2030 г.

ASSESSMENT OF EXTERNAL RADIATION DOSES FOR AGRICULTURAL WORKERS DURING WORK IN A CONTAMINATED AREA IN THE BRYANSK REGION (MESSAGE 1)

Orlov P.M., Akanova N.I.

All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov"
(All-Russian Research Institute of Agrochemistry)
12755, Russia, Moscow, Pryanishnikova str., 31A;
E-mail: N_Akanova@mail.ru

Assessments of soil pollution levels of ^{137}Cs in Gordeevsky, Zlynkovsky and Klimovsky districts of the Bryansk region were carried out. There is a high variability of content at the level of municipalities and rural settlements. According to the forecast, in 2025, the upper limits of additional effective annual doses of external radiation from ^{137}Cs in all municipalities of the surveyed areas will not exceed the requirements of radiation safety standards for the population in 1 mSv/year. In some rural settlements with an abnormally high content of ^{137}Cs in the soil, the effective external irradiation capacities for agricultural workers conducting agricultural or rehabilitation work have been calculated. The estimated permissible annual time of their stay (200-1200 hours/year) in abnormally heavily polluted fields has been estimated.

Keywords: soil, ^{137}Cs pollution level, additional annual effective dose, agricultural workers.

Не превышение расчетных сроков пребывания сельскохозяйственных работников на полях, прилегающих к поселку Мирному и селу «Торшинскому», будет способствовать уменьшению рисков негативных последствий.

Литература

1. Орлов П.М., Лунев М.И., Аканова Н.И. Динамика содержания долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в различных типах почв районов Брянской и Калужской областей // XXI ВЕК : Итоги прошлого и проблемы настоящего: серия экология. – Пенза. – 2017. – №5, №6 – С. 103-110.
2. Орлов П.М., Гладышева О.В., Лунев М.И. Зависимость содержания техногенных и естественных радионуклидов в почвах Центрального федерального округа от интенсивности применения минеральных удобрений и химических мелиорантов //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018.- №1.- С. 37-42.
3. Орлов П.М., Аканова Н.И. Периоды полувыведения и миграционная способность ^{137}Cs из почв, загрязненных чернбыльскими выпадениями на территории Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей// Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 5. – С. 101-104.
4. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ФГБУ НПО «Тайфун», 2015. – 225 с.
5. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
6. Государственный доклад «О состоянии окружающей и природной среды Российской Федерации в 1993 г.». – С. 64-69. Утв. Постановлением Правительства РФ от 24.01.1993.
7. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – М. Энергоатомиздат, 1990.- 247 с.