

# РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОЧВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА И РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**П.М. Орлов, к.х.н., М.И. Лунёв, д.б.н., Л.Ю. Чиликина, Д.Л. Кочеткова, ВНИИА  
127550, Российская Федерация, Москва, ул.Прянишникова, 31-А  
Тел. (8-495)495-976-25-44; факс 976-37-39; E-mail [CINAO.OIT@g23.relcom.ru](mailto:CINAO.OIT@g23.relcom.ru)**

**Работа выполнена по госзаданию на 2018 г. №0572-2014-0010**

Приведены результаты радиационного мониторинга почв Уральского региона и Республики Башкортостан. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на территории сельскохозяйственных угодий - в пределах 7,2-16,4 мкР/ч. Верхняя граница находится в Оренбургской области, минимальная - в Свердловской области. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почвах сельскохозяйственных угодий составляет от 1,8 до 9,7 Бк/кг. В целом в Уральском регионе содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве меньше, чем в среднем по России. Отмечается повышенное содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почвах региона по сравнению с почвами РФ. Последствий Чернобыльских радиоактивных выпадений в регионе не отмечено.

Ключевые слова: радиоактивность, почва, техногенные и естественные радионуклиды, мониторинг, Уральский регион.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.15

Урал - важный промышленный регион России. Здесь находятся предприятия ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной промышленности. На Южном Урале на одном из таких предприятий в 1957 г. в хранилище высокоактивных жидких отходов в результате технической неисправности в атмосферу было выброшено около 2 млн Ки смеси осколочных радиоактивных изотопов. Радиоактивному загрязнению подверглись значительные площади пахотных земель и других сельскохозяйственных угодий (Южно-Уральский радиоактивный след) [1]. Эта авария повлияла на загрязнение почв продуктами деления урана всего Уральского региона. С момента аварии прошло более 60 лет, что составляет более двух периодов полураспада  $^{90}\text{Sr}$ , основного долгоживущего радионуклида.

В связи с тем, что на Урале развитое сельскохозяйственное производство, был проведен анализ состояния и дана современная оценка содержания техногенных и естественных радионуклидов (ЕРН) в почвах сельскохозяйственных угодий региона. Для этого использовали данные локального радиационного мониторинга почв сельскохозяйственных угодий за 2014-2016 гг. [2]. Данные получены с 78 реперных участков. По Челябинской области представлены данные с реперных участков зоны обслуживания ГСАС «Карталинская». Статистические расчеты проведены с уровнем доверия, равным 0,95. Результаты представлены в таблице 1.

В целом по Уральскому региону содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве колеблется от 6,1 до 10,3 Бк/кг. Максимальное его количество в Республике Башкортостан, а минимальное - в Курганской области. Регион характеризуется пониженным содержанием  $^{37}\text{Cs}$  в почве сельхозугодий по сравнению с почвами России в целом.

Среднее содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве сельхозугодий Свердловской области 12,8 Бк/кг, верхняя граница - 18,1 Бк/кг. Эти показатели превышают соответствующие параметры, характерные для России. В других субъектах Уральского региона также повышенное содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве.

Следует обратить внимание на то, что соотношение удельных активностей  $^{137}\text{Cs} : ^{90}\text{Sr}$  в почве для глобальных выпадений, связанных с испытанием ядерного оружия,

составляет 1,6 [3]. Это соотношение стабильно во всем Северном полушарии. Для почв, загрязненных Чернобыльскими радиоактивными выпадениями, оно равно ~ 20 [4]. Подобное аналогичное современное соотношение для Российской Федерации составляет в среднем 2,5 [5]. В почвах субъектов Уральского региона это соотношение равно 0,7-1,0, в Курганской области - 1,4, в остальных субъектах и в целом по Уральскому региону оно близко к 1. Пониженное соотношение  $^{137}\text{Cs} : ^{90}\text{Sr}$  в почве для Уральского региона по сравнению с другими регионами России связано с упомянутой аварией на южном Урале. Аномально высокое содержание  $^{90}\text{Sr}$  наблюдалось изначально в почве Южно-Уральского радиоактивного следа. Постэффект этой аварии наблюдается в почвах Урала по настоящее время.

## 1. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения и содержание радионуклидов в почвах сельхозугодий Уральского региона и Республики Башкортостан

Республика, область, регион (число реперных участков)	Содержание радионуклидов, Бк/кг (среднее значение / стандартный интервал)				
	МЭДГ, мкР/ч	техногенные		естественные	
		$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$
Свердловская (10)	8,3±0,3/ 7,2-9,4	9,4±1,0/ 5,7-13,1	12,8±1,4/ 7,5-18,1	14±2/ 10-18	22±4/ 14-30
Челябинская (ГСАС «Карталинская») (20)	12,0±0,3/ 10,8-13,2	6,3±0,5/ 4,1-8,5	6,2±1,0/ 1,7-10,7	28±2/ 20-34	44±8/ 9-79
Курганская (15)	11,8±0,2/ 11,2-12,4	5,6±0,7/ 4,9-6,3	3,9±0,5/ 1,9-5,9	21±1/ 16-26	29±1/ 23-35
Оренбургская (24)	15,0±0,3/ 13,6-16,4	9,7±0,2/ 8,5-10,9	9,8±0,9/ 8,6-11,0	20±2/ 14-26	19±2/ 10-28
Башкортостан (23)	10,9±0,1/ 10,4-11,4	9,9±1,1/ 4,7-15,1	9,1±1,1/ 3,6-14,6	17±1/ 11-23	23±2/ 13-33
Уральский регион (по субъектам)	11,8±1,1/ 9,4-14,2	8,2±0,9/ 6,1-10,3	8,4±1,5/ 5,0-11,8	20±2/ 15-25	27±4/ 17-37
Россия в целом	11,0±0,1/ 8,3-13,7	12,0±0,4/ <26	4,7±0,1/ 1,0-8,4	22,0±0,3/ 11-33	28,0±0,4/ 16-40

Содержание естественных радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в почвах Урала находится в интервалах 10-34 и 9-79 Бк/кг, соответственно.

В почвах Свердловской области содержание ЕРН в почве меньше, чем в среднем по России. В Челябинской области среднее содержание  $^{232}\text{Th}$  и верхняя граница значительно превышают соответствующие параметры, характерные для Уральского региона и в целом по России. Значительное стандартное отклонение (35 Бк/кг), характеризующее содержание  $^{232}\text{Th}$  в почве Челябинской области, указывает на возможную техногенную причину этой аномалии. В остальных субъектах Уральского региона среднее содержание ЕРН в почве и стандартные интервалы близки к аналогичным параметрам для России.

Если исключить из рассмотрения территорию Южно-Уральского радиоактивного следа (где сельское хозяйство не ведётся), то на остальной территории Уральского региона и Республике Башкортостан радиационная обстановка на сельскохозяйственных угодьях нормальная и стабильная.

Проведена оценка уровней загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  сельскохозяйственной продукции, производимой в Уральском регионе. В качестве объектов прогноза выбраны: зерно пшеницы (хлеб), клубни картофеля, сено естественных и многолетних трав (молоко, мясо). Уровни загрязнения хлеба, картофеля, мяса и молока составляют основной вклад в формирование годовой эквивалентной дозы внутреннего облучения человека. Для прогноза использованы данные об уровнях загрязнения почвы и коэффициентах накопления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  из серых лесных и черноземных почв в названной сельскохозяйственной продукции [6]. Результаты представлены в таблице 2.

**2. Прогнозируемое содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственной продукции Уральского региона**

Почвы	Среднее значение/верхняя граница, Бк/кг					
	Зерно пшеницы		Клубни картофеля		Сено	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Черноземы	2,2/5,6	5,0/12	2,5/5,7	2,6/6,1	3,6/8,2	5,0/12
Серые лесные	1,5/7,0	3,1/8,0	2,5/5,7	2,6/6,1	3,9/8,8	7,6/20

Учитывали коэффициенты накопления, характерные для черноземных и серых лесных почв России. Числен-

ные значения этих коэффициентов изменяются в широких пределах - вариабельность достигает 100% от среднего значения, поэтому нижнюю границу содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции оценить не удастся. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственной продукции Уральского региона характеризуется средним значением и верхней границей стандартного распределения.

Из таблицы 2 видно, что содержание  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственной продукции больше, чем  $^{137}\text{Cs}$ . Это исключение, если рассматривать ситуацию в стране в целом. Для подавляющего большинства регионов России содержание  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственной продукции выше, чем  $^{90}\text{Sr}$ . Это исключение опять является следствием аварии на южном Урале. Так как дозовый коэффициент  $^{90}\text{Sr}$  при поступлении с пищей в организм человека более чем в 2 раза выше, чем  $^{137}\text{Cs}$ , то вклад в годовую дозу внутреннего облучения человека  $^{90}\text{Sr}$  значительно превышает аналогичный вклад для  $^{137}\text{Cs}$ . Следовательно агрономические мероприятия по снижению перехода радионуклидов из почвы в растения в Уральском регионе должны быть направлены в первую очередь на снижение поступления  $^{90}\text{Sr}$ .

#### Литература

1. *Итоги* изучения и опыт ликвидации последствий аварийного загрязнения территории продуктами деления урана / Под ред. А.И. Бурназяна. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 144 с.
2. *Методические* указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках / Сычёв В.Г., Кузнецов А.В., Павлихина А.В. и др. - М.: Росинформагротех, 2006. - 76 с.
3. *Источники* и действие ионизирующей радиации. Научный комитет Организации Объединённых Наций по действию атомной радиации. Доклад за 1977 г. на Генеральной Ассамблее с приложениями. Т.1, Нью-Йорк, 1978. - 382 с.
4. *Данные* по радиоактивному загрязнению территории населённых пунктов Российской Федерации  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  / Под ред. С.М. Вакуловского. - Обнинск: Тайфун, 2015. - 225 с.
5. Орлов П.М., Лунёв М.И., Сычёв В.Г. Радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. - М.: ВНИИА, 2015. - 175 с.
6. Орлов П.М., Сычёв В.Г., Жилёнок С.В. Современное содержание и коэффициенты накопления долгоживущих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продукции растениеводства, выращенной на территории Российской Федерации. // XXI ВЕК: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: серия экология - Пенза: Изд-во Пенз. Гос. технол. ун-та, 2015. - №05 (27). - С. 39-44.

## RADIOACTIVITY OF SOILS OF URAL REGION AND REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

P.M. Orlov, M.I. Lunev, L.Yu. Chilikina, D.L. Kochetkova

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia E-mail cinao.oit@g23.relcom.ru

The results of radiation monitoring of the soils of the Ural region and the Republic of Bashkortostan are presented. Exposure dose rate of gamma radiation in the area of agricultural land falls in margins 7.2-16.4  $\mu\text{R/h}$ . The highest value was registered in Orenburg region, the lowest in Sverdlovsk region. Abundance of  $^{137}\text{Cs}$  in agricultural soils varies from 1.8 to 9.7 Bq/kg. The average abundance of  $^{137}\text{Cs}$  in soils of Ural Region is lower than the average value of this parameter for Russia. Increase of  $^{90}\text{Sr}$  abundance in soils of the region in comparison with average value for soils of whole Russia is registered. No signs of Chernobyl fallout was registered.

Key words: radioactivity, soil, man-made nuclides, natural nuclides, monitoring, Ural Region