

## СПРАВКА

### о радиационной обстановке на территории Калужской области в 2013 г.

*Ким В.М., Каткова М.Н., Волокитин А.А., Петренко Г.И., Полянская О.Н., Федорова А.В., Яхрюшин В.Н.*

Радиационную обстановку в Калужской области определяют вторичный ветровой перенос глобальных радиоактивных выпадений, обусловленных проведенными ранее ядерными взрывами, а также радиоактивных выпадений, обусловленных чернобыльской аварией. Дополнительно на локальном уровне прослеживается влияние радиационно-опасных объектов (РОО).

На территории Калужской области находится 130 объектов, использующих в своей деятельности источники ионизирующего излучения (промышленные и медицинские) [1]. Радиационно-опасными объектами, эксплуатирующими ядерные реакторы и имеющими радиохимические лаборатории на территории области, являются ФГУП «ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского» (далее – ФЭИ) и филиал ФГУП «Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова» (далее – филиал НИФХИ), расположенные на территории г. Обнинска. РОО г. Обнинска в процессе производственной деятельности осуществляют газо-аэрозольные выбросы в атмосферу, содержащие техногенные радионуклиды, а ФЭИ наряду с газо-аэрозольными выбросами и сбросы техногенных радионуклидов в р. Протву.

Кроме этого, в области имеются территории, загрязненные вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в 1986 г., расположенные в Жиздринском, Людиновском, Ульяновском, Хвастовичском, Думиничском, Кировском, Козельском, Куйбышевском и Мещовском районах. За 27 лет уровни загрязнения территорий Калужской области  $^{137}\text{Cs}$  значительно уменьшились, в основном, за счет его естественного радиоактивного распада и миграции вглубь почвы. Количество населенных пунктов Калужской области, расположенных на загрязненной территории на 01.01.2013 г. составляло [2–4]:

- с плотностью загрязнения почвы менее 1 Ки/км<sup>2</sup> – 350;
- с плотностью загрязнения почвы от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup> – 198;
- с плотностью загрязнения почвы от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup> – 15.

Радиационный мониторинг на территории Калужской области проводится Росгидрометом на стационарных постах наблюдения и с помощью маршрутных обследований путем отбора проб объектов природной среды с их последующим анализом.

На стационарных постах проводятся наблюдения (рис. 1):

– за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы путем радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных с помощью воздухо-фильтрующей установки (ВФУ), установленной в одном пункте (г. Обнинске), на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (йодный фильтр – для улавливания радионуклидов йода в молекулярной форме) с экспозицией одни сутки.

– за радиоактивностью атмосферных выпадений путем радиоизотопного анализа проб, отобранных с суточной экспозицией с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков площадью 0,3 м<sup>2</sup>, установленных в пяти пунктах (Жиздра, Калуга, Малоярославец, Обнинск, Спас-Деменск);

– за мощностью амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения (МЭД) в семи пунктах (Жиздра, Калуга, Малоярославец, Мосальск, Обнинск, Спас-Деменск, Сухиничи) с помощью дозиметров ДГДМ, ДРГ-01Т, ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т, ДКГ-02У.

Отбор проб атмосферных выпадений и измерения МЭД в п.п. Жиздра, Калуга, Малоярославец, Мосальск, Спас-Деменск, Сухиничи проводится Калужским центром по гидрологии и мониторингу окружающей среды» (Калужский ЦГМС), являющимся филиалом ФГБУ «Центральное межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Центральное УГМС), в г. Обнинске – Институтом проблем мониторинга окружающей среды (ИПМ) ФГБУ «НПО «Тайфун».

Суммарная бета-активность ( $\Sigma\beta$ ) суточных проб атмосферных аэрозолей и выпадений, отобранных в г. Обнинске, анализируется в аккредитованной лаборатории ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», а проб выпадений, отобранных в пунктах Жиздра, Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск, – в радиометрической лаборатории ФГБУ «Калужский ЦГМС».

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных аэрозолей и выпадений, отобранных на территории Калужской области, проводится лабораторией ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Объединенные за месяц пробы, отобранные в г. Обнинске (наличие РОО) и в п. Жиздра (загрязненная в результате ЧАЭС территория) измеряются ежемесячно, объединенные пробы выпадений по трем пунктам Калужской области, расположенным на не загрязненных территориях (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), – ежеквартально.

Радиохимический анализ (содержание <sup>90</sup>Sr и изотопов плутония) проводится лабораторией ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» в объединенных за месяц пробах атмосферных аэрозолей, отобранных в г. Обнинске.

Среднегодовые значения МЭД на территории области за исключением п. Жиздра, расположенного на загрязненной после Чернобыльской аварии территории, не выходили за пределы колебаний фонового значения этой величины (0,09–0,12 мкЗв/ч). Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч. В п. Жиздра среднегодо-

вое значение МЭД составляло 0,135 мкЗв/ч, а максимальное среднесуточное значение достигало в марте 0,21 мкЗв/ч.



Рис. 1. Стационарные посты наблюдения СРМ Росгидромета на территории Калужской обл.:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями (ВФУ).

По данным наблюдений суммарная бета-активность ( $\Sigma\beta$ ) выпадений в 2013 г. незначительно увеличилась по сравнению с 2012 г. [5] (см. табл. 1), в среднем в 1,2 раза.

Таблица 1

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р) и объемной  $\Sigma\beta$  (q) в воздухе на территории Калужской области.**

Пункты наблюдения	Месяцы												2013 г.	2012 г.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<b>Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</b>														Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год	
Калуга	с	0,5	0,4	0,5	0,4	0,7	0,7	0,7	0,4	0,9	0,4	0,8	0,3	216,2	152
	м	4,3	0,8	2,5	1,3	2,7	2,3	2,4	0,9	3,8	1,2	3,6	0,9		
Малоярославец	с	0,5	0,8	0,6	0,4	0,7	0,7	0,5	0,5	0,9	0,4	0,6	0,3	209,7	179
	м	2,1	3,5	4,0	1,2	2,5	1,9	1,4	1,9	3,8	1,6	2,5	1,0		
Обнинск	с	3,75	2,9	3,1	2,0	2,8	2,54	2,2	2,8	2,3	2,6	2,3	1,3	930,5	870
	м	8,19	9,2	8,9	4,95	12,2	6,3	7,0	10,7	6,8	5,4	6,3	3,0		
Жиздра	с	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,4	0,8	0,4	0,6	0,3	194,2	176
	м	0,7	1,8	2,3	2,0	2,6	2,2	3,5	1,4	2,8	0,9	3,2	0,6		
Спас-Деменск	с	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	0,8	0,4	0,8	0,3	210,1	164
	м	3,0	2,7	3,6	1,7	3,6	2,5	2,5	1,2	3,3	1,2	3,3	0,7		
<b>q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup></b>														Среднее	
Обнинск	с	30,6	46,1	22,8	25,1	31,1	22,1	18,9	31,5	22,1	24,7	22,6	15,8	26,1	29,5
	м	89,5	119,5	44,7	72,9	69,1	40,1	40,2	63,4	47,5	137,2	66,2	55,8		

Фоновые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  по Калужской области, полученные в результате анализа проб, объединенных по трем пунктам (Калуга, Малоярославец и Спас-Деменск), расположенным на не загрязненной территории, в 2013 г. были на уровне 2012 г. и составили 0,48 Бк/м<sup>2</sup>·год (см. табл. 2 [5,6]), что в 1,5 раза превышает средневзвешенные годовые

значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  для не загрязненной в результате чернобыльской аварии Европейской территории России в 2012 г. ( $0,31 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ) [5]. Повышенные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на не загрязненной территории области обусловлены вторичным ветровым переносом этого радионуклида с загрязненных территорий области.

В п. Жиздра, расположенном на загрязненной после Чернобыльской аварии территории, выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2013 г. увеличились в 3,7 раза по сравнению с 2012 г. и были в 7,5 раза выше фоновых выпадений по Калужской области (см. табл. 2).

В Обнинске сумма выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 2013 г. также увеличилась в 1,7 раза и составила  $2,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$  (см. табл. 2), что в 5,2 раза выше региональных фоновых выпадений.

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в г. Обнинске в 2013 г. были ниже предела обнаружения.

Выпадения природного радионуклида  $^7\text{Be}$  в г. Обнинске в 2013 г. изменялись в диапазоне  $24\text{--}137 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$ , составив за год  $733 \text{ Бк/м}^2$ . Выпадения природного  $^{40}\text{K}$  составили  $23,9 \text{ Бк/м}^2$ , изменяясь от  $< 0,1$  до  $5,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$ .

Таблица 2

#### Атмосферные выпадения $^{137}\text{Cs}$ на территории Калужской области

Месяц	Обнинск, $\text{Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$			Фон <sup>1</sup> , $\text{Бк/м}^2\cdot\text{квартал}$			Жиздра, $\text{Бк/м}^2\cdot\text{квартал}$		
	2013	2012	2011	2013	2012	2011	2013	2012	2011
Январь	0,27	0,11	0,1				0,22	0,1	-
Февраль	0,3	0,12	0,04	}0,054	}0,08	} 0,16	0,13	0,07	0,008
Март	0,17	0,15	0,27				0,13	< 0,04	0,5
Апрель	0,23	0,14	0,56				0,25	< 0,03	0,26
Май	0,13	0,17	0,30	}0,19	}0,16	} 0,23	0,28	0,093	0,3
Июнь	0,13	< 0,03	0,15				0,3	0,04	0,91
Июль	0,18	нпо	0,84				0,47	0,25	0,16
Август	0,17	0,04	0,11	}0,048	}0,07	} 0,13	0,48	0,17	0,3
Сентябрь	0,12	0,043	0,11				0,5	0,12	
Октябрь	0,38	0,09	0,17				0,36	< 0,03	0,34
Ноябрь	0,24	0,06	0,4	}0,19	}0,11	} 0,056	0,16	нпо	0,16
Декабрь	0,17	0,53	0,22				0,31	0,03	0,17
Сумма за год, $\text{Бк/м}^2\cdot\text{год}$	2,49	1,48	2,51	0,48	0,42	0,58	3,6	0,98	3,6

1 – среднее по трем пунктам: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец

нпо – ниже предела обнаружения

- - пробы не поступили на измерение.

Среднегодовая объемная суммарная бета-активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска (см. табл. 1) в 2013 г. уменьшилась в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом и составила  $26,1\cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ , но была в 1,6 раза выше средневзвешенной по территории России объемной активности в 2013 г. –  $16,5\cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ .

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Обнинске в 2013 г., как и в предыдущем году, регулярно регистрировались  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и изотопы плутония. В 2013 г. среднегодовая объемная активность этих радионуклидов была значительно выше, чем в 2012 г. (см. табл. 3 [5,6]):  $^{137}\text{Cs}$  – в 2,8 раза,  $^{90}\text{Sr}$  – в 8 раз,  $^{239,240}\text{Pu}$  – в 8,3 раза,  $^{238}\text{Pu}$  – в 5 раз, и на порядок выше фоновых уровней этих радионуклидов для

незагрязненных территорий РФ. Это обусловлено аномально высоким содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы г. Обнинска в октябре 2013 г.:  $^{137}\text{Cs}$  –  $240 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  –  $87 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $^{239,240}\text{Pu}$  –  $247 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $^{238}\text{Pu}$  –  $92 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. Повышенные значения объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались 15-16 и 16-17 октября,  $6300 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $180 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2500 и 70 раз выше фонового уровня на территории РФ, соответственно. В срок 15-16 октября в приземном слое наблюдалась и максимальная за год среднесуточная объемная суммарная бета-активность –  $137,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см. табл.1).

Таблица 3

Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска, Бк/м<sup>3</sup>

Месяц	$^{137}\text{Cs}, \cdot 10^{-7}$			$^{238}\text{Pu}, \cdot 10^{-9}$		$^{239,240}\text{Pu}, \cdot 10^{-9}$		$^{90}\text{Sr}, \cdot 10^{-7}$		$^{131}\text{I}, \cdot 10^{-5}$		$^7\text{Be}, \cdot 10^{-5}$	
	2013г.	2012г.	2011г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Январь	5,3	4,5	10	1,8	2,0	3,6	3,2	0,27	0,45	8,0	90	142	250
Февраль	6,0	10	5,3	3,7	1,0	2,5	5,1	1,37	0,82	4,6	32	223	300
Март	3,2	44	260	1,0	3,5	1,2	7,0	0,7	2,03	9,5	10	240	240
Апрель	13,0	5,5	735	4,3	1,1	9,0	2,0	0,57	0,81	58	14	370	266
Май	8,5	8,4	29	1,7	2,7	7,0	2,1	0,83	1,21	0,60	8,2	460	400
Июнь	4,1	6,0	6,0	2,4	2,8	5,0	2,1	0,49	0,86	0,29	8,9	322	404
Июль	4,4	4,5	4,6	2,7	1,7	7,4	3,0	0,48	0,73	н	1,8	310	440
Август	3,6	3,0	5,5	0,7	1,4	3,6	2,0	0,33	0,49	н	0,75	333	330
Сентябрь	2,5	6,2	4,5	0,5	1,4	2,0	2,2	0,48	0,76	0,53	2,2	180	244
Октябрь	<b>240</b>	7,3	8,0	<b>92</b>	1,0	<b>247</b>	2,0	<b>87,5</b>	0,96	1,8	5,2	221	226
Ноябрь	8,5	6,5	10,0	1,0	4,4	7,5	2,8	0,88	2,47	3,7	0,82	164	202
Декабрь	8,2	5,0	9,2	4,7	1,6	3,0	1,9	1,32	0,90	0,19	1,26	164	234
Среднее	25,6	9,2	90,6	9,71	2,0	24,9	3,0	7,94	1,04	7,3	14,5	261	295

н – ниже предела обнаружения ( $< 0,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Анализ направления ветра в дни регистрации максимальных значений  $^{137}\text{Cs}$  и  $\Sigma\beta$  показал, что в эти дни преобладало юго-западное направление ветра. Поскольку в этом направлении расположен ФЭИ можно предположить, что высокое содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере г. Обнинска в октябре обусловлено газо-аэрозольными выбросами именно этого источника. Отношение среднегодовых объемных активностей  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  в 2013 г. было равно 0,48, что почти в 10 раз выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [7]. Это подтверждает, что загрязнение приземного слоя атмосферы г. Обнинска указанными изотопами плутония обусловлено не только глобальным фоном, но и местным техногенным источником.

Тем не менее, зарегистрированные объемные активности радионуклидов были на четыре-шесть порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности (ДОО<sub>НАС.</sub>) этих радионуклидов в соответствие с НРБ-99/2009 [8]: для  $^{137}\text{Cs}$  - ДОО<sub>НАС.</sub> = 27 Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{239,240}\text{Pu}$  –  $2,5 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{238}\text{Pu}$  –  $2,7 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{90}\text{Sr}$  – 2,7 Бк/м<sup>3</sup>. Без учета октябрь-

ских данных среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов сохранились бы примерно на уровне 2012 г.

В 2013 г. в приземном слое атмосферы г. Обнинска всего было зарегистрировано 68 случаев появления  $^{131}\text{I}$  (20 случаев - в аэрозольной форме и 48 случаев - в молекулярной форме). С 2007 года наблюдается тенденция к увеличению количества случаев регистрации  $^{131}\text{I}$  в приземном слое воздуха. Так, в 2008 г. было зарегистрировано всего 33 случая появления  $^{131}\text{I}$ , а максимум регистраций пришелся на 2011-2012 годы – 122 (35 из них обусловлены регистрацией  $^{131}\text{I}$  в период аварии на АЭС «Фукусима-1») и 119 случаев соответственно. Появление йода обусловлено местным источником – Филиалом НИФХИ. В 2013 г. максимальное содержание  $^{131}\text{I}$  в приземном слое атмосферы г. Обнинска наблюдалось 15-16 апреля и составляло  $1,6 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на два порядка ниже ДОА<sub>НАС.</sub>, равной 7,3 Бк/м<sup>3</sup> по НРБ-99/2009. Из рис.1 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{131}\text{I}$  с 2009 г. постоянно увеличивалась, достигнув максимума в 2012 г., который был на порядок выше значения 2009 г. В 2013 г.объемная активность  $^{131}\text{I}$  составила  $7,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2 раза ниже, чем в 2012 г., но выше уровня 2011 г. без учета дополнительного вклада в загрязнение атмосферы  $^{131}\text{I}$  в период аварии на АЭС «Фукусима-1».



Рисунок 1 – Динамика среднегодовой объемной активности  $^{131}\text{I}$  в приземном слое воздуха г. Обнинска в период 2007-2013 годов.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска определялись  ${}^7\text{Be}$ ,  ${}^{40}\text{K}$  и  ${}^{22}\text{Na}$ . Среднегодовая объемная активность  ${}^7\text{Be}$  в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2013 г. составляла  $261 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см табл. 3). Объемная активность  ${}^{40}\text{K}$  в 2013 г. изменялась в диапазоне  $(0,39-1,86) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> со среднегодовым значением  $0,76 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что находится на уровне 2012 г. ( $0,81 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В феврале – сентябре месяце в пробах аэрозолей регистрировался  ${}^{22}\text{Na}$  с объемной активностью  $(1,2-4,4) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В целом, в 2013 г. радиационная обстановка на территории Калужской области, за исключением г. Обнинска, была стабильной. Наблюдавшиеся в 2013 г. уровни радиоактивного загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами в ближней 10-км зоне РОО г. Обнинска были ниже существующих нормативов. Однако местные РОО оказывают влияние на загрязнение атмосферы  ${}^{131}\text{I}$ , отсутствующим в составе глобального радиоактивного фона, на повышенное по сравнению с фоновыми уровнями радиоактивное загрязнение атмосферы  ${}^{137}\text{Cs}$ ,  ${}^{90}\text{Sr}$ , изотопами плутония и продуктами нейтронной активации, создавая дополнительную техногенную нагрузку на население города.

Вызывает беспокойство постоянная регистрация  ${}^{131}\text{I}$  в приземном слое атмосферы г. Обнинска, хотя количество случаев его появления и содержание в воздухе в 2013 г. уменьшилось. Необходимо отметить, что объемная активность  ${}^{131}\text{I}$ , измеряемая на территории ФГБУ «НПО «Тайфун», не всегда является максимальной, так как территория НПО «Тайфун» не обязательно расположена на оси следа выброса, где содержание  ${}^{131}\text{I}$  максимальное. На других территориях города содержание  ${}^{131}\text{I}$  может быть выше. Это зависит от расположения территории на следе выброса, т.е. от направления ветра, расстояния от источника и стратификации приземного слоя атмосферы.

### Список литературы

1. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2009 году. – Калуга, 2010. – 191 с.
2. Данные по радиоактивному загрязнению населенных пунктов России цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1995. – 251 с.
3. Данные по радиоактивному загрязнению населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240. – Обнинск: НПО «Тайфун», 2000. – 257 с.
4. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239,240. – Обнинск: ГУ «НПО «Тайфун», 2013. – 214 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 году. Ежегодник. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2013. – 344 с.

6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 298 с.
7. Трансурановые элементы в окружающей среде. Под. ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.6.1.2523-09. Издание официальное. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.