

РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ПОЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К АТОМНЫМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМ

В.Г. Сычёв, М.И. Лунёв, П.М. Орлов, ВНИИ агрохимии

Исследовалось влияние АЭС на содержание долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в сельскохозяйственных землях, находящихся в их 50-км зонах. Оценка проводилась методом сравнения средней активности радионуклидов в почвах экспериментальных и контрольных участков, расположенных в 50-км зоне, с участками вне этих зон. Обнаружено превышение средней удельной активности в 50-км зонах Калининской, Ленинградской, Смоленской и Нововоронежской АЭС по сравнению с остальной территорией этих областей. Оценен вклад основных продуктов питания, изготовленных из сельскохозяйственных культур, выращенных в 50-км зоне, в годовую эффективную дозу облучения населения.

Ключевые слова: радиоактивность, радионуклиды, АЭС, загрязнение почв, облучение.

В рамках Федерального закона о радиационной безопасности населения в системе агроэкологического мониторинга состояния земель сельскохозяйственного назначения осуществляют контроль загрязнения почв и растений радионуклидами. Информация о радиационной ситуации на полях сельскохозяйственных угодий – важная составляющая характеристика окружающей среды и радиационной безопасности населения. В агрохимической службе радиационный контроль осуществляют на контрольных и реперных участках специализированные радиологические подразделения центров и станций агрохимслужбы.

Одной из серьезных проблем в сфере радиационной безопасности является загрязнение сельскохозяйственных угодий, расположенных вокруг атомных электростанций (АЭС), долгоживущими радионуклидами, что приводит к последующему загрязнению ими сельскохозяйственной продукции. Эта проблема требует детального изучения и проведения регулярного контроля в зоне действия АЭС.

Нами предпринята попытка оценить загрязнения полей сельскохозяйственных угодий вокруг АЭС, работающих в безаварийном режиме. Анализу подверглись данные центров и станций агрохимслужбы о содержании ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах контрольных и реперных участков, расположенных в 50-километровой зоне АЭС.

В настоящее время на территории России действуют восемь АЭС: Калининская, Ленинградская, Смоленская, Волгодонская, Балаковская, Нововоронежская, Курская и Белоярская. Одни из них работают более 30 лет, другие введены в эксплуатацию сравнительно недавно (Волгодонская и Балаковская АЭС). В 50-км зоне ряда АЭС, расположенных в европейской части России, помимо локального загрязнения от этих станций произошло загрязнение почвы долгоживущими радионуклидами в результате Чернобыльской аварии. На сельскохозяйственных угодьях, прилегающих к Курской, Смоленской, Нововоронежской и Ленинградской АЭС, имеются контрольные и реперные участки, загрязненные радиоактивными выпадениями от аварии на ЧАЭС. Это осложняет задачу оценки влияния этих АЭС на загрязнение расположенных вокруг них угодий.

Путем сравнения результатов, характеризующих радиационную ситуацию в 50-км зоне атомной электростанции, с общей радиационной ситуацией на остальной территории области была дана оценка загрязнения сельскохозяйственных угодий АЭС.

В таблице 1 представлены статистические параметры распределения ^{137}Cs в почвах контрольных и реперных участков 50 – км зоны шести АЭС, приведено среднее содержание это-

го радионуклида в почве сельскохозяйственных угодий областей, в которых находятся эти АЭС. На трех (Ленинградской, Смоленской и Нововоронежской) из шести рассматриваемых АЭС отмечено существенное превышение средних уровней содержания ^{137}Cs в почве 50-км зоны АЭС по сравнению со средним содержанием в области. Для Калининской, Белоярской и Волгодонской АЭС такие различия не наблюдались.

Средний уровень загрязнения почв ^{137}Cs в Ленинградской, Смоленской и Воронежской областях существенно превышает его среднее содержание в почвах России. Радиоактивное загрязнение почв в этих областях произошло в результате глобальных выпадений от ядерных испытаний и Чернобыльской аварии. Определенный вклад также внесли АЭС, находящиеся в этих областях. Повышение среднего содержания ^{137}Cs в почвах 50-км зоны по сравнению с областью указывает на то, что имелось воздействие АЭС на накопление ^{137}Cs .

1. Среднее содержание и статистические параметры распределения ^{137}Cs / ^{90}Sr в почвах 50-км зоны АЭС

АЭС, область	Среднее содержание в 50-км зоне, Бк/кг	Стандартное отклонение, Бк/кг	Интервал, Бк/кг	Число участков	Среднее содержание в области, Бк/кг
Калининская, Тверская	7,5 / 5,5	2,3 / 1,3	6-12/ 3,4-8,5	30 / 30	7,1 / 5,1
Ленинградская, Ленинградская	46 / 6,3	41 / 4,2	6-124/ 1,6-16	10 / 10	31 / 6,8
Смоленская, Смоленская	40 / 8,2	38 / 3,3	12-150/ 3,9-16	11 / 11	16 / 5,8
Нововоронежская, Воронежская	54 / 11,3	15 / 4,8	35-80/ 3,1-5,5	11 / 11	40 / 6,8
Белоярская, Свердловская	14 / 7	4 / 3,3	5-43/ 3-16	12 / 12	15 / 8
Волгодонская, Ростовская	12 / 3,5	4 / 0,8	2-27/ 2,4-5,1	22 / 22	13 / 2,6

В таблице 1 представлены также статистические параметры распределения ^{90}Sr в почвах контрольных и реперных участков 50-км зоны АЭС. Дано его среднее содержание в почве сельскохозяйственных угодий областей, в которых находятся АЭС.

Для почв 50-км зоны Смоленской и Нововоронежской АЭС среднее содержание ^{90}Sr превышает таковое в почвах Смоленской и Воронежской областей. Для Калининской, Ленинградской, Белоярской и Волгодонской АЭС превышение средних концентраций ^{90}Sr в почвах 50-км зоны АЭС по сравнению с областями несущественно или отсутствует.

Ниже приведено отношение средних значений удельных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах 50-км зоны. Видно что, это отношение изменяется в широких пределах. Минимальное оно для Калининской станции, максимальное для Ленинградской АЭС. Среднее отношение удельной активности ^{137}Cs к ^{90}Sr в почве 50-км зоны шести атомных АЭС равно 4,0 (стандартное отклонение 2,2). Это значение больше, чем отношение удельных активностей ^{137}Cs к ^{90}Sr в почвах России в целом, но меньше, чем в почвах Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей, которые подверглись интенсивному загрязнению чернобыльскими выпадениями.

АЭС	Удельная активность $^{137}\text{Cs} / ^{90}\text{Sr}$
Калининская	1,4
Ленинградская	7,3
Смоленская	4,9
Нововоронежская	4,8
Белоярская	2,0
Волгодонская	3,4
<i>Среднее вокруг АЭС</i>	4,0
<i>Среднее по России</i>	2,5
<i>Среднее от аварии на ЧАЭС</i>	9,0

По имеющимся данным можно оценить скорость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах сельскохозяйственных угодий 50-км зоны АЭС. Для расчета предположим, что среднее время работы АЭС равно 20 годам. В этом случае среднее значение скорости накопления ^{137}Cs в почвах 50-км зоны равно 0,4 Бк/(кг·год), для ^{90}Sr – 0,06 Бк/(кг·год). Полученные значения указывают на временное увеличение содержания названных радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий 50-км зоны относительно почв области, в которой находится АЭС.

По методике [3] рассчитана дополнительная годовая эффективная доза облучения населения, потребляющего продукты сельскохозяйственного производства, произведенные на сельскохозяйственных угодьях, находящихся в 50-км зоне АЭС. Результаты приведены в таблице 2.

2. Дополнительная годовая эффективная доза облучения человека за счет потребления сельскохозяйственной продукции, произведенной в 50-км зоне АЭС

АЭС	Тип реактора	Превышение содержания в почве 50-км зоны, Бк/кг		Превышение радионуклидов в годовом рационе, Бк		Дополнительная годовая эффективная доза, мкЗв
		^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	
Калининская	3 ВВЭР-1000	0,4	0,4	2,0	6,6	0,2
Нововоронежская	2 ВВЭР-440, 1ВВЭР-1000	14	4,5	26	22	0,95
Волгодонская	1ВВЭР-1000	0	0,9	0	4,4	0,1
Белоярская	АМБ-100 АМБ-200 БН-600	0	0	0	0	0
Ленинградская	4 РБМК-1000	15	0	76		1,1
Смоленская	3 РБМК-1000	24	2,4	121	36	2,7

Для сопоставления полученных результатов в таблице 3 приведены данные по оценке годовых эффективных доз облучения за счет как воздушного пути, так и водопользования при газоаэрозольных выбросах в атмосферу [1]. Дополнительные дозы облучения от долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , накапливающихся в почве, сравнимы с дозами от газоаэрозольных выбросов. При этом превышение содержания долгоживущих радионуклидов в почве и расчетные дополнительные годовые дозы облучения в 50-км зоне АЭС, оснащенных реакторами типа РБМК, в 1000 раз больше, чем таковые для АЭС, оснащенных реакторами типа ВВЭР-1000 и ВВЭР-440. Для Белоярской АЭС, оснащенной реакторами АМБ-100 и АМБ-200, превышение уровней загрязнения почв долгоживущими ^{137}Cs и ^{90}Sr не выявлено.

Исключение составляет Нововоронежская АЭС, которая оснащена реакторами ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. В этом случае загрязнение почв 50-км зоны сравнимо с загрязнением почв аналогичной зоны Смоленской и Ленинградской АЭС, оснащенных реакторами РБМК-1000.

Средний уровень загрязнения почв ^{137}Cs в Ленинградской, Смоленской и Воронежской областях существенно превышает таковой в почвах России [2]. Радиоактивное загрязнение почв в этих областях произошло из-за глобальных выпадений в результате ядерных испытаний и Чернобыльской аварии, а также работы АЭС, находящихся в этих областях. Повышение среднего содержания ^{137}Cs в почвах 50-км зоны по сравнению с областью указывает на то, что наблюдалось воздействие АЭС на накопление ^{137}Cs .

3. Прогнозные дозы облучения населения в зоне наблюдения АЭС

АЭС	Эффективная доза облучения, мкЗв/год, за счет			Суммарная доза
	водопользования	воздушного пути	пищевых путей (с.-х. продукция)	
Калининская	3,4	0,012	0,2	3,6
Нововоронежская	0,83	0,023	0,95	1,8
Волгодонская	3,99	0,0026	0,1	4,09
Белоярская	-	-	0	-
Ленинградская	0,62	0,24	1,1	1,96
Смоленская	5,14	0,1	2,7	7,94

Однако, следует отметить, что в настоящее время дозы облучения населения от природных источников облучения (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K и продуктов их распада) в различных регионах России находятся в интервале 1-10 мкЗв и значительно превышают дополнительные дозы облучения от сбросов и выбросов АЭС, работающих в безаварийном режиме. В таблице 3 приведены прогнозные дозы облучения населения в зоне АЭС.

В целях совершенствования контроля за радиационной обстановкой вокруг сельскохозяйственных угодий, расположенных около АЭС, можно предложить следующие рекомендации:

1. Увеличение числа реперных и контрольных участков в 50-км зонах АЭС. Небольшое количество участков в этих зонах связано с тем, что в большинстве областей прекратили работы на контрольных участках и информация о содержании радионуклидов с них не поступает. Поэтому необходимо возобновить работу на контрольных участках, по крайней мере в областях, где находятся АЭС. Целесообразно в 50-км зоне иметь 15-20 участков.

2. Снижение погрешности и нижних пределов определения ^{137}Cs в почве путем увеличения времени набора гамма-спектра. При определении ^{137}Cs в образцах почвы реперных и контрольных участков оно должно составлять не менее 2 ч. В образцах растений с целью определения коэффициентов накопления радионуклидов время набора спектра должно быть не менее 4 ч.

3. Переход на радиохимические методы определения ^{90}Sr в образцах почвы контрольных и реперных участков.

Литература

1. Валиев Н.А., Крылов А.Л., Семенов В.Н., Никольский Д.В. Прогноз доз облучения населения в связи с реализацией ФЦП по интенсивному развитию атомного энергопромышленного комплекса России и Сибирского региона до 2020 г. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека // Материалы III международной конференции. - Томск, 2009.
2. Орлов П.М., Лунев М.И. Радиационный контроль и результаты наблюдений за содержанием радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий России. Современные проблемы загрязнения почв. III Международная научная конференция // Сб. материалов. - М., 2010 - С.397-402.
3. Шандала Н.К., Яценко В.Н., Богданова Л.С., Гусев И.А., Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Кузнецов В.К., Исамов Н.Н., Барковский А.Н., Звонова И.А., Брук Г.Я., Голиков В.Ю. Методические рекомендации по оценке степени риска дополнительного облучения населения, проживающего в местах и вблизи мест локальных радиоактивных загрязнений (проект). - М., 2003.

RADIATION SITUATION ON THE FIELDS OF FARMLANDS SURROUNDING THE NUCLEAR POWER PLANTS

V.G. Sychov, M.I. Lunev, P.M. Orlov

***Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry, Federal Agency of Scientific Organizations,
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia***

The effect of nuclear power plant on the contents of long-lived radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in agricultural land, located in 50-km zone has been estimated. The evaluation was conducted by comparing the average value of activity of radionuclides in soils of the controlled and benchmark sites located in 50-km zone with those at the nuclear power plant. An exceeding average specific activity was observed in the 50-km zones of the Kalinin, Leningrad, Smolensk, and Novovoronezh nuclear power plants in comparison with the soils of the rest of the region. An additional contribution of the main crops grown on the agricultural land in the 50 km-zone to the annual effective dose for humans has been estimated.

Keywords: radioactivity, radionuclides, nuclear power plant, soil contamination, irradiation.