

РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ЛЕСАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.С. Щемелинина, А.В. Шпакович

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Приведены результаты изучения распределения концентрации Cs-137 в почвах лесных биогеоценозов на примере ряда районов Брянской области, и дана оценка радиационного состояния этих территорий.

Ключевые слова: Чернобыльская АЭС, радионуклид, Cs-137, Брянская область, загрязнение.

Несмотря на то, что с момента аварии на Чернобыльской АЭС прошла почти четверть века, проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды по-прежнему остается актуальной. Причиной радиоактивного загрязнения огромных территорий послужило продолжительное истечение радионуклидов из разрушенного реактора ЧАЭС [1].

Взрыв реактора 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС в ночь на 26 апреля 1986 г. и последовавшие пожары на энергоблоке привели к поступлению в окружающую среду большого количества накопленных за время работы реактора радионуклидов. Принятые в последующие дни меры по засыпке реактора инертными материалами привели сначала к уменьшению мощности радиоактивного выброса в период по 1 мая 1986 г., но одновременно стала расти температура внутри разрушенной шахты реактора, из-за чего количество выбрасываемых в атмосферу радиоактивных веществ после 2 мая вновь стало повышаться. После 6 мая температура в шахте реактора стала снижаться, что привело к уменьшению интенсивности выброса радиоактивных веществ к 23 мая 1986 г. на пять-шесть порядков. Это падение не было монотонным и сопровождалось значительными колебаниями. В дальнейшем мощность выброса в среднем продолжала медленно уменьшаться, хотя в отдельные дни наблюдались флуктуации со значительной амплитудой [2].

Авария привела к масштабному радиоактивному загрязнению территорий России, Украины, Белоруссии — площадь с плотностью загрязнения по Cs-137 свыше 37 кБк/м² составила 150 тыс. км². На территории Российской Федерации радиоактивные выпадения затронули 21 административный субъект. Наиболее высокие уровни загрязнения зафиксированы в Брянской, Орловской, Калужской и Тульской областях. В долгосрочном плане основным дозообразующим радионуклидом на большей части чернобыльского следа, в том числе и в Брянской области, стал Cs-137 (период полураспада 30 лет).

Попытки оценить суммарное количество радиоактивных веществ, выброшенных во внешнюю среду в результате аварии реактора, осуществлялись с первых дней после инцидента. Поначалу экспертные оценки по мере накопления экспериментальных фактов стали обретать реальные очертания и к августу 1986 г. в основном были завершены. В последующие 15 лет был внесен ряд уточнений, некоторые из них были достаточно важны для корректной оценки складывавшейся в первые недели после аварии ситуации и реконструкции дозовых нагрузок на население [2].

Произошедшее в результате чернобыльской аварии радиоактивное загрязнение 1,2 млн га лесных массивов России привело к нарушению сложившегося режима ведения лесного хозяйства в отдельных районах и создало ряд ограничений при проведении лесохозяйственных работ и реализации возможностей многоцелевого использования леса, изменило социально-экономическое значение лесов. По данным первичного и повторных радиационных обследований лесов, проводимых специалистами ФГУ Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) и ФГУ «Рослесозащита» на территории лесного фонда, площадь лесов, загрязненных Cs-137 в результате аварии на ЧАЭС, по состоянию на 1 января 2009 г. составила 1208,2 тыс. га.

Наибольшему радиоактивному загрязнению подвергся лесной фонд Брянской области. Только в этой области есть леса с плотностью загрязнения почвы выше 555 кБк/м², их площадь составляет 282 км². Для оценки радиологической обстановки в лесном фонде Брянской области заложены 23 стационарных участка, на которых проводятся комплексный мониторинг и оценка уровней загрязнения всех компонентов лесных экосистем включая почву, растительность, древесные и недревесные ресурсы леса [2].

В 1991 г. был принят Закон РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [3]. В соответствии с этим законом было осуществлено зонирование территорий по степени загрязнения.

В соответствии со ст. 7 Закона на территории Российской Федерации выделяются следующие зоны радиоактивного загрязнения:

— зона отчуждения — часть территории Красногорского района Брянской области с расположенными на ней четырьмя населенными пунктами (Барсуки, Князевщина, Прогресс и Нижняя мельница), 186 жителей которых были эвакуированы в августе 1986 года;

— зона отселения — территории, на которых плотность загрязнения Cs-137 превышает 15 Ки/км^2 ($0,55 \text{ МБк/м}^2$). В этой зоне в районах, где плотность загрязнения превышает 40 Ки/км^2 ($1,48 \text{ МБк/м}^2$) или среднегодовая эффективная доза (СГЭД) может превысить 5 мЗв, население подлежит обязательному отселению (зона обязательного отселения);

— зона проживания с правом на отселение — территории с плотностью загрязнения Cs-137 $5—15 \text{ Ки/км}^2$ ($0,18—0,55 \text{ МБк/м}^2$) или СГЭД более 1 мЗв;

— зона с льготным социально-экономическим статусом — территории с плотностью загрязнения Cs-137 от 1 до 5 Ки/км^2 ($0,037—0,18 \text{ МБк/м}^2$) и СГЭД не превышает 1 мЗв.

Объектами исследований данной статьи стали четыре поселка Брянской области, находящиеся в разных зонах загрязнения:

— пос. Новое Место Новозыбковского р-на (считается зоной отчуждения, плотность загрязнения почв Cs-137 составляет свыше 40 Ки/км^2);

— пос. Ущерпье Клинцовского р-на (относится к зоне отселения, плотность загрязнения почв Cs-137 от 15 до 40 Ки/км^2);

— пос. Речечка Клинцовского р-на (относится к зоне с правом на отселение, плотность загрязнения почв Cs-137 составляет от 5 до 15 Ки/км^2);

— пос. Хоромное Климовского р-на (относится незагрязненным или слабозагрязненным территориям с плотностью загрязнения Cs-137 до 1 Ки/км^2).

В Брянской области мы имеем дело с конденсационными частицами, перенесенными на большие расстояния в составе атмосферных аэрозолей и с топливными частицами тонких фракций на западе области [1].

Общей закономерностью профильного распределения в почвах автоморфных ландшафтов Cs-137 является аккумуляция основной его части в верхнем 1—2-сантиметровом слое. Ниже указанной горизонта концентрация радионуклида резко снижается и достигает фоновых значений уже на глубине 30—70 см в зависимости от плотности загрязнения ценоза. Заметное влияние на вертикальное распределение радионуклидов в почвенной толще оказывает тип биогеоценоза. Повышенная интенсивность миграции Cs-137 в верхнем слое почвы отмечается в лиственных лесах, что обусловлено спецификой процессов почвообразования в этих условиях, в частности, составом опада, скоростью его трансформации и интенсивностью потоков образовавшихся растворимых органических веществ. Как известно, в лиственных и лиственно-хвойных лесах минерализация растительного опада происходит более интенсивно и, соответственно, поток растворимых органических веществ выше, чем в хвойных ценозах. Среди сосняков наибольшая миграция радионуклидов отмечается в полновозрастных ценозах на аккумулятивных ландшафтах и наименьшая — в относительно молодых посадках сосны на элювиальных ландшафтах.

Годовое приращение количества Cs-137 в слое 0—5 см в среднем составляет на автоморфных участках примерно 3%.

В лиственных ценозах лесостепи характер динамики содержания Cs-137 в целом сходен с таковой в широколиственно-хвойных и хвойных биогеоценозах на дерново-подзолистых песчаных почвах. Однако в черноземах отмечается более высокий уровень поступления Cs-137 в минеральные слои. Здесь через 6—7 лет после выпадений в слой 0—5 см перемещается более 70% активности, т.е. средняя величина годового перераспределения Cs-137 из лесной подстилки составляет более 10%, что значительно выше данного показателя в гидроморфных почвах. Так же отмечается высокое годовое перемещения в слой 5—10 см — более 4% [1].

В ноябре 2011 г. сотрудниками и студентами кафедры радиоэкологии была осуществлена экспедиция в Брянскую область с целью изучения параметров радиоактивного загрязнения лесных систем. На выбранном месте снимался верхний слой подстилки, затем с помощью кольца диаметром 140 мм и высотой 50 см вырезался почвенный монолит высотой 5 см, после чего с помощью лопаты он помещался в полиэтиленовый пакет. В этот пакет также помещалась этикетка с названием места отбора и номером пробы. Пробы отбирались методом «конверта». В пос. Ущерпье, на одной из точек, было взято восемь проб. Глубина опробования каждый раз увеличивалась на 5 см.

Подготовка проб к анализу и их изучение проводились на кафедре судебной экологии РУДН с помощью спектрометрического комплекса «Прогресс-2000». Образцы почвы высушивались, затем из пяти образцов получали среднюю пробу, которая растиралась и анализировалась на содержание компонентов, определяющих радиоактивное загрязнение: гамма и бета излучение.

Результаты анализа показали, что наибольшее влияние в радиационное загрязнение этой местности на данный момент оказывает радионуклид Cs-137 (табл. 1, рис. 1). Значимые концентрации Cs-137 присутствуют до глубин 15—20 см (табл. 2, рис. 2). Так, например, в пос. Новое Место (зона отчуждения, свыше 40 Ки/км²) концентрация Cs-137 примерно 5 кБк/кг. В исследуемых образцах присутствовали также такие радионуклиды, как Ra-226, Th-232, K-40, Sr-90, но их концентрации были либо совсем незначительны, либо не превышали предельно допустимые.

Таблица 1

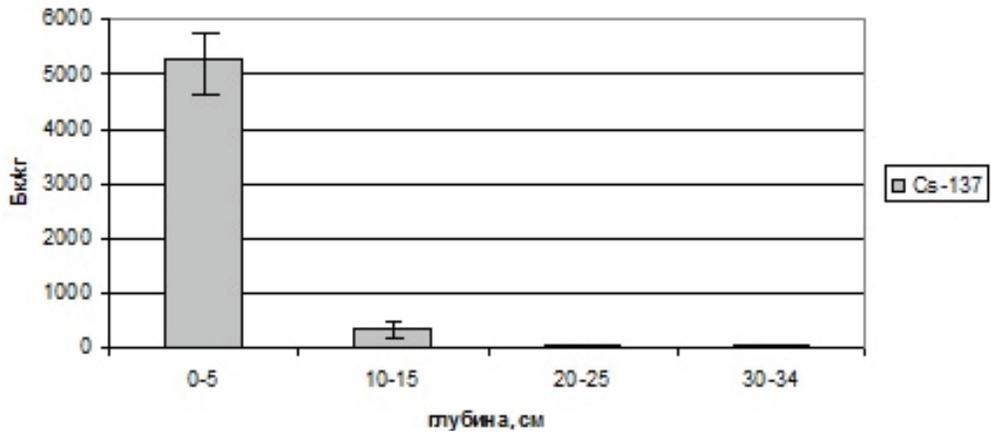
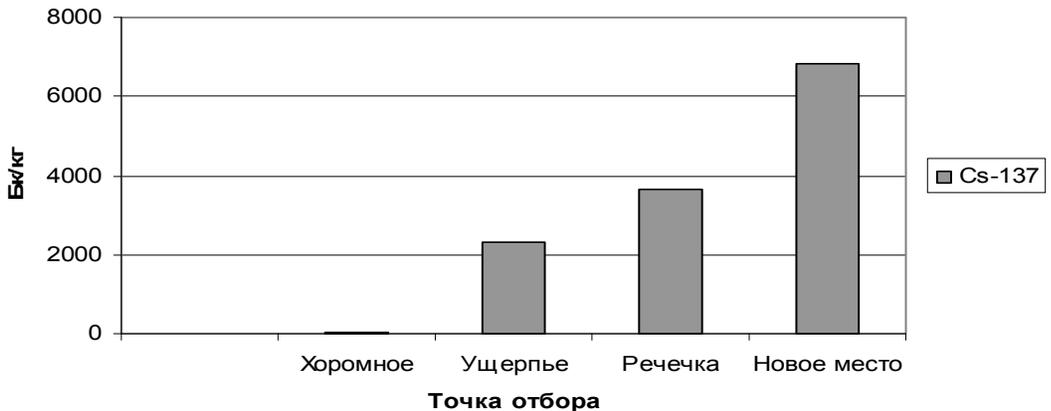
**Концентрация Cs-137
в почвах лесов Брянской области 2011 г.**

Точка отбора проб, поселки	Концентрация нуклида, Бк/кг (± ошибка)
	Cs-137
Хоромное	39,4745 ± 6,57
Ущерпье	2305 ± 245,08
Речечка	3665 ± 382,33
Новое Место	6805 ± 703,01

Таблица 2

Распределение Cs-137 по глубине, пос. Ущерпье, 2011 г.

Глубина отбора проб, см	Концентрация нуклида, Бк/кг (\pm ошибка)
	Cs-137
0—5	$5277,0 \pm 550,05$
10—15	$339,7 \pm 39,91$
20—25	$33,05 \pm 5,74$
30—34	$33,23 \pm 5,91$

Распределение Cs-137 с глубиной**Рис. 1.** Распределение Cs-137 с глубиной, пос. Ущерпье, 2011 г.**Концентрация Cs-137****Рис. 2.** Концентрация Cs-137 в лесах Брянской области, 2011 г.

Также сразу же на каждой точке на расстоянии 10 см от поверхности проводились измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) фонового (гамма) излучения приборами ДРГ-01т1 и ДБГ-06т. Прибором ДКГ-08А «Скаут», который измеряет мощность дозы, производились измерения на 10 см и на 1 м от поверхности.

Результаты измерения МЭД по выборочным точкам поселков

1. Пос. Речечка (координаты: N 52° 41' 03.6" E 032° 03' 41.9")

Показания ДРГ-01т1, мР/ч	Показания ДБГ-06т, мкЗв/ч
0,766	нет данных
0,658	нет данных
0,841	нет данных
0,915	нет данных
0,766	нет данных
0,658	нет данных

Мощность дозы, мкЗв : на 10 см = 0,73 ± 11%, на 1 м = 0,66 ± 9%.

2. Пос. Ущерпье (координаты: N 52° 43' RV 4", E 031° 59' 53.7")

Показания ДРГ-01т1, мР/ч	Показания ДБГ-06т, мкЗв/ч
0,078	00,71
0,062	00,61
0,067	00,68
0,062	00,68
0,064	00,70

Мощность дозы, мкЗв : на 10 см = 0,79 ± 12%, на 1 м = 0,71 ± 10%.

3. пос. Новое Место (координаты: N 52° 31' SU.8", E 031° 49' 01.6")

Показания ДРГ-01т1, мР/ч	показания ДБГ-06т, мкЗв/ч
0,080	00,77
0,080	00,82
0,079	00,88
0,079	00,78
0,080	00,74

Мощность дозы, мкЗв : на 10 см = 0,95 ± 10%, на 1 м = 0,82 ± 10%.

4. пос. Хоромное (координаты: N 52° 03' TU.7" E 032° 04' 08.9")

Показания ДРГ-01т1, мР/ч	Показания ДБГ-06т, мкЗв/ч
0,009	00,07
0,010	00,08
0,009	00,09
0,012	00,09
0,011	00,09

Мощность дозы, мкЗв : на 10 см = 0,06 ± 22% на 1 м = 0,06 ± 21%.

Анализ результатов. Определив пос. Хоромное как контрольную точку, так как превышения допустимого значения мощности эквивалентной дозы не было и уровень загрязнения Cs-137 незначителен, можно сделать следующие выводы.

В пос. Речечка, пос. Ущерпье, пос. Новое Место МЭД превышает допустимое значение приметно в 5—6 раз. Содержание Cs-137 в почвах этих площадок имеет превышение в 90—150 раз. Самое большое превышение по обоим показателям наблюдается в поселке Новое Место — МЭД превышена в 8 раз, а содержание Cs-137 в 150 раз. Поскольку миграционные процессы в лесных биогеоценозах развиты слабо, скорость выведения радионуклидов определяется скоростью их распада.

По результатам данных исследований можно сделать вывод о том, что обстановка в Брянской области еще далека от стабильной. В сравнении с начальным послеаварийным периодом уровень радиации снизился в несколько раз вследствие естественного распада радионуклидов, природных процессов самоочищения и проведенных защитных мероприятий, но в настоящее время радиация все еще относится к числу не только значимых факторов риска для здоровья населения, но и основного источника облучения. Конечно, происходит снижение радиационного фона и уже через несколько лет можно будет пересмотреть ранжирование территорий по зонам загрязнения. Так, например, пос. Ущерпье с 2014 г. будет зоной не отселения, а территорией с правом на отселение, так как концентрация Cs-137 там станет равной примерно от 5 до 15 Ки/км². Однако поскольку защитные мероприятия перестали проводиться или проводятся в незначительной степени, отнести территорию к чистой можно будет только к 2100 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Щеглов А.И.* Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. — М.: 2000.
- [2] Российский национальный доклад «25 ЛЕТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России». — М., 2011.
- [3] Закон Российской Федерации от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

LITERATURA

- [1] *Shheglov A.I.* Biogeochemiya texnogennyx radionuklidov v lesnyx e'kosistemax. — М., 2000.
- [2] Rossijskij nacional'nyj doklad «25 LET ChERNOBYL'SKOJ AVARII. Itogi i perspektivy preodoleniya ee posledstvij v Rossii». — М., 2011.
- [3] Zakon Rossijskoj Federacii ot 15 maya 1991 goda № 1244-1 "O social'noj zashhite grazhdan, podvergshixsya vozdejstviyu radiacii vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AЕ'S".

ANALYSIS OF MODERN RADIOECOLOGICAL FORESTS BRYANSK REGION

M.S. Schemelinina, A.V. Shpakovich

Ecological Faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Podolsk highway, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The results of studying the distribution of Cs-137 concentrations in soils of forest ecosystems on the example of a number of districts of the Bryansk region and assessed the state of the radiation area.

Key words: Chernobyl NPP radionuclide, Cs-137, Bryansk region, pollution.