

Радиоактивное загрязнение почвенно-растительного покрова Восточно-Уральского государственного заповедника и сопредельных территорий

Михайловская Л.Н.*, Позолотина В.Н., Михайловская З.Б.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

В 1957 г. на производственном объединении «Маяк» произошла авария, в результате которой смесь радионуклидов поднялась в атмосферу и, выпадая из облака, сформировала Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). В 1967 г. он был загрязнен вторично радиоактивными донными отложениями, принесенными ветром с берегов обмелевшего озера Карачай, которое использовалось в качестве технологического водоема. В 1966 г. вблизи эпицентра аварии на наиболее загрязненной территории был организован Восточно-Уральский государственный заповедник (ВУГЗ). Его границы определяли по плотности загрязнения почв ^{90}Sr (74 кБк/м^2). Протяженность заповедника 30 км при ширине от 4,5 до 6 км, общая площадь составляет $16\,616 \text{ км}^2$. В настоящее время интегральные запасы ^{90}Sr в почвенном покрове составляют примерно $571,2 \times 10^{12} \text{ Бк}$, а ^{137}Cs – $66,1 \times 10^{12} \text{ Бк}$ [1]. Такие количества долгоживущих радионуклидов превращают заповедник в потенциальный источник вторичного загрязнения сопредельных территорий [2].

Цель работы: оценить современные уровни загрязнения и характер пространственного распределения долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в основных компонентах наземных экосистем ВУГЗ и сопредельных территорий. Обследованная территория расположена в лесостепной зоне, рельеф которой характеризуется общим понижением с запада на восток. Направление господствующих ветров – восточное, юго-восточное и северо-восточное. Наземные экосистемы представлены в основном березовыми и смешанными лесами, частично суходольными лугами и залежами; в почвенном покрове преобладают серые лесные почвы, часто встречаются черноземы и дерново-подзолистые почвы [3]. Пробы почв, подстилок и разнотравья отобраны на однородных по мезорельефу участках, расположенных в основных типах экосистем на разном удалении от эпицентра аварии. Почвенные разрезы располагали в вершинах равносторонних треугольников с длиной стороны 10 м. Содержание радионуклидов в пробах почв, отобранных по такой схеме, представительно характеризует территорию площадью $0,01 \text{ км}^2$.



Карта-схема ВУГЗа с указанием реперных точек.

Все пробы высушивали до воздушно-сухого состояния и озоляли при $t=450^\circ \text{C}$. Содержание ^{90}Sr определяли радиохимическим методом с использованием радиометрической установки УМФ-2000 (Россия). Содержание ^{137}Cs в образцах определяли на многоканальном анализаторе фирмы «ORTEC» (США) с германиевым полупроводниковым детектором.

Через 65 лет после аварии в загрязнении ВУГЗа и сопредельных с ним территорий преобладает ^{90}Sr . Диапазон плотности загрязнения почв заповедника ^{90}Sr составляет $15,2\text{--}67645,5 \text{ кБк/м}^2$, ^{137}Cs $11,3\text{--}1759,0 \text{ кБк/м}^2$. Уровень загрязнения почв снижается от центра к перифериям заповедника и достигает фоновых значений за его пределами. На восточных сопредельных территориях средняя плотность загрязнения почв ^{90}Sr составляет $50,4 \pm 34,9 \text{ кБк/м}^2$ и ^{137}Cs $34,9 \pm 30,7 \text{ кБк/м}^2$, что в 2,5–4,2 раза выше, чем на западе ^{90}Sr $19,8 \pm 22,2 \text{ кБк/м}^2$ и ^{137}Cs $8,3 \pm 5,1 \text{ кБк/м}^2$ ($t_{0,0017}\text{--}0,0048$).

Величина отношения $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ отражает вклад разных источников в загрязнение территории ВУГЗа. Основными источниками остаются выпадения Кыштымской аварии 1957 г. и перенос радионуклидов с берегов оз. Карачай 1967 г., отношение $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ в выпадениях составляло 71 и 0,3 соответственно. В настоящее время величина радионуклидного отношения в почвах ВУГЗа на оси следа составляет 27,7, снижается к периферии до 5,9 и 2,4 за пределами заповедника. Почвы, в пределах центральной оси следа, загрязнены преимущественно выпадениями от Кыштымской аварии ^{90}Sr (75%) и ^{137}Cs (50%). Большая часть ^{137}Cs (77%) поступила на территорию западной и восточной периферий в результате переноса загрязненного ила и песка с берегов оз. Карачай. Суммарный вклад штатных выбросов ПО «Маяк» в уровень загрязнения почв ^{137}Cs и ^{90}Sr сравним с фоновым уровнем, сформированным глобальными выпадениями из атмосферы. Вклад глобальных выпадений в загрязнение территории невелик и составляет примерно 1,5 и 2,4 кБк/м^2 для ^{90}Sr и ^{137}Cs соответственно [4].

Пространственное распределение радионуклидов в разнотравье и подстилке определяется уровнями загрязнения почв. В пределах ВУГЗа разнотравье характеризуется меньшей концентрацией радионуклидов (^{90}Sr $65\text{--}450763 \text{ Бк/кг}$, ^{137}Cs $1,9\text{--}2687 \text{ Бк/кг}$) по сравнению с подстилкой (^{90}Sr $111\text{--}638932 \text{ Бк/кг}$, ^{137}Cs $24\text{--}5455 \text{ Бк/кг}$). Величина отношения $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ для разнотравья на оси следа составляет 52–2133 и 20–24 на сопредельных территориях, а для подстилки 7–117 и 6,2–9,1 соответственно. Снижение величины отношения $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ в ряду разнотравье>подстилка>почва свидетельствуют о большей подвижности ^{90}Sr относительно ^{137}Cs .

Территория ВУГЗа не может быть использована в хозяйственных целях. Содержание ^{90}Sr в травах на территории заповедника, как правило, превышает контрольный уровень (100 Бк/кг). Заготовка сена и использование его в качестве кормов для животных, даже вблизи границ заповедника, возможны только с разрешения и под контролем органов государственной ветеринарной службы. Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН (№122021000077-6).