

радиоактивными веществами в результате крупных радиационных аварий: руководство / Под ред. Н.И. Санжаровой. Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2009. 150 с.

3. Влияние защитных мероприятий на накопление ^{137}Cs сельскохозяйственными растениями из почвы после аварии на Чернобыльской АЭС / А.В. Панов [и др.] // Почвоведение. 2009. № 4. С. 484-497.

4. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы ВП 13.5.13/06-01 // Ветеринарная патология. 2002. № 4. С. 44-45.

5. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых

продуктов: санитарно-эпидемиологические правила и нормы. М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.

6. Иванов Ю.А. Радиоэкологическое обоснование долгосрочного прогнозирования радиационной обстановки на сельскохозяйственных угодьях в случае крупных радиационных аварий (на примере аварии на Чернобыльской АЭС): автореф. на соиск. ученой степ. д-ра биол. наук. Киев, 1997. 50 с.

7. СанПиН 2.3.2.2650-10. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: дополнения и изменения №18 к СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: Минздрав РФ, 2010. 13 с.

FORECAST OF ^{137}Cs CONTAMINATION OF AGRICULTURAL ANIMAL PRODUCTS ON THE TERRITORY OF THE BRYANSK REGION, AFFECTED DUE TO THE ACCIDENT AT THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

Gordienko E.V.

Russian Institute of Radiology and Agroecology, 249032 Kaluga region, Obninsk, Kievskoe shosse 109 km, Russian Federation

The forecast of changes in ^{137}Cs radioactive contamination of livestock products was made at the farm level in 6 southwestern districts of the Bryansk region, where Krasnogorsk and Novozybkov districts were the most contaminated and which have a total of more than 40 % of collective agricultural enterprises. In general, in the region at the moment, 35 % of agricultural enterprises for milk production and 15 % of enterprises for beef production can already be classified as "clean"; by 2030, this indicator will increase to 51 % and 29 %, respectively. The work shows high efficiency and feasibility of remedial actions.

Keywords: *Chernobyl NPP, forecasting estimates, radionuclides, radioactive contamination, agriculture, agricultural lands, animal products*

УДК 581.524.342:504.5:628.4.047

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ПОЖАРАМИ

Дворник А.А.¹, Шамаль Н.В.¹, Бачура Ю.М.², Сеглин В.Н.¹, Король Р.А.¹

¹ Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», 246007 Гомель, Федюнинского 4, Республика Беларусь
e-mail: aadvornik@gmail.com

² Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», 246019 Гомель, ул. Советская, 104, Республика Беларусь

В работе приведены промежуточные данные выполнения проекта о роли радиационно-экологических факторов в сукцессионных процессах после лесных пожаров. Показано распределение ^{137}Cs в лесных почвах, поврежденных пожарами. Воздействие пирогенного фактора на почву приводит к высвобождению радионуклидов из фиксированных форм и способствует их переходу в доступные для растений фракции. На горельниках в верхнем слое почвы концентрация ^{137}Cs выше, чем в почве аналогичного слоя на контрольных участках.

Ключевые слова: *лесные пожары, горельники, доступные формы, радионуклиды*

Введение

В процессе круговорота веществ в экосистемах происходит биогенная миграция радионуклидов и их

распространение во все элементы экосистемы, в том числе и в растительную биомассу, которая является потенциальным горючим материалом. Полное восстановление первоначального уровня органического материала после пожара занимает около 10 лет [1]. На сегодняшний день каждый лесной пожар на радиоактивно загрязненной территории создает условия для транслокации загрязняющих веществ как в почве, так и в наземно-воздушной среде.

В настоящее время остаются практически не изученными миграционные процессы радионуклидов на постпирогенных территориях (гари и горельники). Пожары в лесах приводят к образованию пирогенно-трансформированных почв, существенно отличающихся своими характеристиками от ненарушенных огнем почв [2]. Верхние почвенные горизонты на радиоактивно загрязненных землях являются основным депо радионуклидов, сконцентрировавшихся в виде простых оксидов после сгорания лесных горючих материалов. Изменение свойств почв на таких территориях после крупных природных лесных пожаров приводит к образованию доступных физико-химических форм радионуклидов, миграционная способность которых существенно выше, чем у изотопов, прошедших естественный путь почвенной трансформации [3].

Цель работы – изучить особенности распределения долгоживущих радионуклидов Чернобыльского генезиса на пирогенно-трансформированных и ненарушенных лесных почвах. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований на 2018-2020 гг.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись лесные почвы на участках, поврежденных пожарами, и контрольные участки со схожими экологическими условиями. Постоянные пробные площадки выбирались с учетом плотности радиоактивного загрязнения территории, типа леса и возраста насаждений, а также в зависимости от постпирогенных характеристик территории – тип и давность пожара.

Для исследования были подобраны две пробные площади. Первый участок находится на территории Ветковского спецлесхоза (Гомельская область), поврежденный низовым пожаром средней интенсивности с общей площадью 1,5 га. Второй участок расположен на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ), в районе бывшего населенного пункта Кожушки. Участок был повержен воздействию верхового пожара сильной интенсивности с общей площадью до 10 тыс. га. Характеристика площадок представлена в таблице 4.

Отбор почвенных образцов проводился стандартным пробоотборником почвы диаметром 5 см на глубину 20 см на учетной площадке размером 50 ×

50 см, закладываемой в наиболее характерном для данного участка месте. Количество площадок варьировало от 10 до 15. Одинаковые по глубине слои смешивались и готовились объединенные пробы почвы.

Выделение форм ^{137}Cs проводили по модифицированной методике [4]. Массу навески почвы для анализа брали с учетом, чтобы ее активность (на пробу) составляла 100-400 Бк. Извлечение форм ^{137}Cs осуществлялось в следующей последовательности: обменная и подвижная формы → форма, связанная с оксидами железа и марганца → форма, связанная с органическими соединениями → кислоторастворимая форма → нерастворимая форма.

Результаты и их обсуждение

Анализ данных показал, что удельная активность почв с горельников по ^{137}Cs была выше в сравнении с почвами контрольных участков. Плотность загрязнения почвы с горельника после низового пожара увеличилась на 15 %, почва с горельника после верхового пожара – на 20 %. Для горельников низового пожара увеличение удельной активности ^{137}Cs и соответственно плотности загрязнения отмечено по всему горизонту почвы (0-20 см), для горельника верхового пожара – для органического горизонта (0-5 см).

Анализ почвы (слой 0-5 см) контрольных участков показал, что около 75 % общей активности ^{137}Cs находится в почве в недоступной для растений форме (IV-V формы). Доля обменного и подвижного ^{137}Cs составляет менее 0,5 % (I форма). 2 % и 3,5 % составляет форма ^{137}Cs , связанного с оксидами железа и марганца (II форма) соответственно для контрольных почв Ветковского района и ПГРЭЗ. Около 21 % ^{137}Cs связано с органическим веществом почв (III форма).

Пожары на этих участках привели к изменению соотношения физико-химических форм ^{137}Cs в почвах по сравнению с почвами контрольных участков. Общим для двух участков отмечено увеличение формы, связанной с оксидами металлов (II форма), и уменьшение активности нерастворимой формы (V форма).

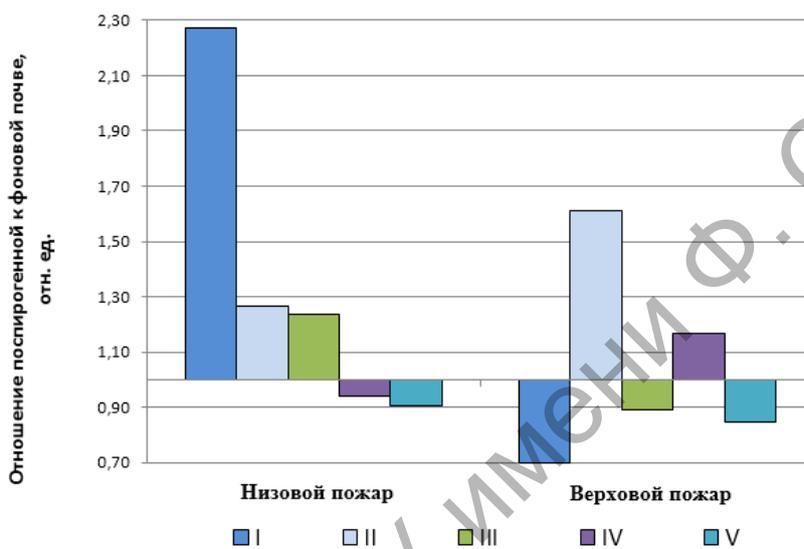
На рисунке 1 приведены данные распределения физико-химических форм по верхним слоям почвенного профиля.

В горизонте почв 5-10 см контрольных участков доля недоступной для растений формы (IV-V формы) незначительно снижается по сравнению с верхним слоем (5-10 см) и варьирует в границах 70 % общей активности ^{137}Cs . Доля обменного и подвижного ^{137}Cs составляет менее 0,7 % (I форма). 3,6 % и 2,7 % составляет форма ^{137}Cs , связанная с оксидами железа и марганца (II форма) соответственно для контрольных почв Ветковского района и ПГРЭЗ. Около 26 % ^{137}Cs связано с органическим веществом почв (III форма).

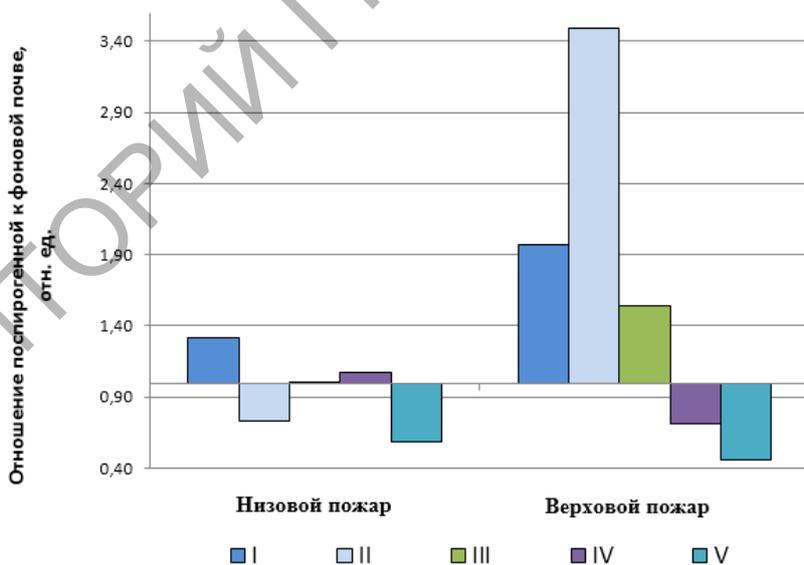
На постпирогенном участке, образованном после низового пожара, установлено увеличение форм доступных для растений и фиксированной на минеральной компоненте (I-IV формы). Предположительно это связано с увеличением подвижности радионуклидов верхнего слоя почвы. Это предположение подтверждается при сравнении долевого распределения ^{137}Cs между формами контрольного и постпирогенного участков (Рисунок 1Б).

На постпирогенном участке, образованном после верхового пожара, наблюдается схожая тенденция.

Установлено увеличение форм доступных для растений (I-III формы). При сравнении долевого распределения ^{137}Cs также было отмечено увеличение доли этих форм в общем запасе радионуклида в данном горизонте. Это может быть следствием не только вымывания подвижных форм радионуклида из верхнего горизонта, но температурным воздействием на этот горизонт.



А)



Б)

Рисунок 1 – Влияние пожаров разного типа на изменение содержания форм ^{137}Cs в почвенных слоях 0-5 см (А) и 5-10 см (Б). I – обменная и подвижная; II – связанная с оксидами железа и марганца; III – связанная с органическим веществом; IV – кислоторастворимая форма; V – нерастворимый остаток

Заклучение

Таким образом, Почвы горельников характеризуются повышением радиационного фона и более высокими значениями плотности радиоактивного загрязнения. На горельниках в верхнем слое почвы концентрация ^{137}Cs выше, чем в почве аналогичного горизонта на контрольном участке. По почвенному профилю распределение активности ^{137}Cs варьирует в зависимости от типа пожара.

В верхнем слое почвы 0-10 см около 72 % активности ^{137}Cs находится в фиксированной форме (IV-V формы). На долевое распределение форм ^{137}Cs в почве горельников влияет интенсивность теплового воздействия в ходе пожара. Для слоя 0-5 см почв постпирогенных участков установлено увеличение активности формы ^{137}Cs , связанной с оксидами металлов (II форма), за счет уменьшения активности нерастворимой формы (V форма). Для горизонта 5-10 см отмечено увеличение биологически доступных для растений форм радионуклида (I-III формы), что

является следствием их вымывания из верхнего горизонта

Список литературы

1. Johnson D.W., Curtis P.S. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis // For. Ecol. Manage. 2001. Vol. 140. 227-238.
2. Almendros G., Gonzalez-Vila F.J., Martin F. Fire-induced transformation of soil organic matter from an oak forest: an experimental approach to the effects of fire on humic substances // Soil Sci. 1990. Vol. 149. 158-168.
3. Investigation of the vertical distribution and speciation of ^{137}Cs in soil profiles at burnt and unburnt forest sites in the Belarusian Exclusion Zone / M. Dowdall [et al.] // Journal of Environmental Radioactivity. 2017. Vol. 175-176. 60-69.
4. Chemical speciation in the environment. Second edition / Ed. by A. M. Ure, C. M. Davidson. – Wiley, 2002. 452 p.

VERTICAL DISTRIBUTION OF RADIONUCLIDES IN FOREST SOILS DAMAGED BY FIRE

Dvornik A.¹, Shamal N.¹, Bachura Y.², Seglin V.¹, Korol R.¹

¹ Institute of radiobiology of NAS of Belarus, 246007 Gomel, Fedyuninsky 4, Belarus

² Gomel State University, 246019 Gomel, Soviet st., 104, Belarus

The paper presents interim data on the project about the influence of environmental radioactivity on succession after forest fires. The data on distribution of ^{137}Cs in forest soils damaged by fires is shown. The impact of the pyrogenic factor on the soil leads to the extrication of radionuclides from fixed forms and contributes to its transfer into plants. On the burnt territories in the top layer of the soil, ^{137}Cs concentration is higher than in the soil of the control plots.

Keywords: forest fires, burnt territories, available forms, radionuclides

МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РАМКАХ РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКОЙ ПРОГРАММЫ СОТРУДНИЧЕСТВА

Епифанов А.О., Вакуловский С.М., Уваров А.Д., Ромашин Д.В., Тарасенко А.О.

ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун» Росгидромета РФ

249031 Калужская обл., Обнинск, Победы, 4, Российская Федерация

e-mail: epifanov@rpatyphoon.ru

Представлены некоторые результаты реализации единой мониторинговой программы специалистов из Норвегии и ФГБУ «НПО «Тайфун», полученные при изучении содержания техногенных радионуклидов в воде, донных отложениях и биоте Баренцева моря.

Ключевые слова: Баренцево море, техногенные радионуклиды, радиоэкологический мониторинг, АПЛ «Комсомолец», дистанционно управляемый подводный манипулятор ROV Egir 6000

Изучение радиоэкологического состояния арктических морей ассоциируется, в первую очередь, с исследованием Баренцева моря: по сравнению с другими морями Северного Ледовитого океана оно подвержено наиболее сильному влиянию потока вод из

Северной Атлантики, который в настоящее время является основным источником радиационного загрязнения в данном регионе [1]. Регулярные наблюдения, проводимые с 1963 г., позволили получить большой объем данных о содержании техногенных