

## Ретроспективное и современное состояние лесных территорий приграничных районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению

Т.А. Марченко <sup>1</sup>, А.И. Радин <sup>2</sup>, А.Н. Раздайковин <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (федеральный центр науки и высоких технологий), Москва, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Московская обл., Пушкино, Россия

*Целью исследования является проведение анализа накопленных данных по исследованию лесных территорий приграничных районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению, на предмет вовлечения их в хозяйственную деятельность, а также возможного переноса радиоактивных материалов при лесных пожарах. Оценка площади учтенных и неучтенных лесов проводилась по данным «Лесного плана Брянской области на период 2019–2028 гг.» и результатам анализа данных дистанционного зондирования земли, оценка радиационного загрязнения — по данным радиационных обследований лесного фонда и радиозоологического мониторинга лесов, оценка содержания цезия-137 — по данным радиационного мониторинга. В ходе работы выявлено, что динамика перехода лесов из диапазона высокого уровня радиоактивного загрязнения в более низкие с 1991 по 2018 г. незначительно меняет общую площадь загрязненных лесов по районам. Наблюдаются сверхуровневые значения содержания цезия-137 в основных видах лесных горючих материалов, что является опасным фактором, способствующим существенному повышению содержания радиоцезия в атмосферном воздухе, переносу радионуклидов за пределы зон радиоактивного загрязнения при лесном пожаре. Наиболее радиационно-опасной является лесная подстилка, которая содержит более 70% общего запаса цезия-137 в лесных горючих материалах, значения которого достигают значения 224 кБк/кг в Красногорском районе Брянской области. Полученный прогноз содержания цезия-137 в лесной подстилке по зонам радиоактивного загрязнения лесов в наиболее загрязненных районах Брянской области на период до 2046 г. свидетельствует о сохранении высокой степени радиоактивного загрязнения лесов в Красногорском и Новозыбковском районах по прошествии более чем 60 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции. В связи с высоким классом природной пожарной опасности лесов юга-запада Брянской области и высоким риском возникновения пожаров на загрязненных территориях необходима оценка степени опасности при осуществлении профилактики и тушения радиоактивных лесных пожаров, особенно критерия поглощенной дозы для участников в целях избежания детерминированного эффекта.*

**Ключевые слова:** радиоактивное загрязнение, преодоление последствий радиационных аварий, защита населения, радиоактивно загрязненная территория, радиоактивные лесные пожары, безопасность жизнедеятельности населения.

### Введение

Ликвидация последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС носит долговременный и комплексный характер. До настоящего времени сохраняется радиоактивное загрязнение больших территорий Беларуси и России, в том числе лесных массивов на приграничных территориях Союзного государства.

К первоочередным задачам развития Союзного государства отнесены задачи по регулированию и обеспечению ядерной и радиационной безопасности; обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды; развитию единой системы гидрометеорологической безопасности; совершенствованию единой системы радиационной защиты на территориях радиоактивного

Раздайковин Андрей Николаевич

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства

Адрес для переписки: 141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15; E-mail: info@roslesrad.ru

загрязнения и обеспечению безопасной жизнедеятельности граждан Беларуси и России<sup>1</sup>.

Вовлечение лесных территорий приграничных районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению, в хозяйственную деятельность представляет актуальную проблему. Опасность возникновения лесных и иных видов природных пожаров на этих территориях, возможный при этом перенос радиоактивных материалов за пределы зон радиоактивного загрязнения являются существенным вызовом по пути возвращения к условиям нормальной жизнедеятельности.

**Цель исследования** – провести анализ накопленных данных и результатов научно-исследовательских и практических работ на лесных территориях приграничных районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению, на предмет вовлечения их в хозяйственную деятельность, а также возможного переноса радиоактивных материалов при лесных пожарах.

#### Задачи исследования

1. Оценить площади территорий приграничных районов Брянской области, покрытых лесной (древесной) растительностью.
2. Провести ретроспективную оценку радиоактивного загрязнения лесных территорий приграничных районов Брянской области.

3. Оценить содержание цезия-137 в основных видах лесных горючих материалов (ЛГМ).

4. Дать прогноз содержания цезия-137 в наиболее критичном ЛГМ – лесной подстилке по зонам радиоактивного загрязнения на период до 2046 г.

#### Материалы и методы

Общая площадь радиоактивных выпадений на лесных землях Союзного государства в период аварии на Чернобыльской АЭС составила более 3 млн гектаров [1]. Радиоактивное загрязнение лесов отмечалось в 15 субъектах Российской Федерации и в 6 областях Республики Беларусь. В настоящее время основным дозообразующим радионуклидом за пределами 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС является цезий-137 (<sup>137</sup>Cs) [2]. Наибольшие площади загрязнения лесов цезием-137 до настоящего времени сохраняются в Брянской области Российской Федерации и Гомельской области Республики Беларусь (табл. 1).

Протяженность общей границы Российской Федерации и Республики Беларусь, попадающей в зоны радиоактивного загрязнения, составляет 220 км. С российской стороны это Брянская область, с белорусской – Гомельская и частично Могилёвская области (рис. 1).

Физико-географические, климатические и лесорастительные условия Брянской и Гомельской областей весьма сходны. Климат характеризуется как умеренно-континент-

Таблица 1  
**Распределение лесов Брянской и Гомельской областей по зонам радиоактивного загрязнения, тыс. га**  
(по состоянию на 01.01.2012 г.)

[Table 1]

**Distribution of forests of the Bryansk and Gomel regions by radioactive contamination zones, thousand ha**  
(as of January 1, 2012)]

Зона радиоактивного загрязнения [Radioactive contamination zone]	Брянская область [Bryansk region]	Гомельская область [Gomel region]
От 1 до 5 Ки/км <sup>2</sup> (от 37 кБк/м <sup>2</sup> до 185 кБк/м <sup>2</sup> ) [1 to 5 Ci / km <sup>2</sup> (37 kBq/m <sup>2</sup> to 185 kBq / m <sup>2</sup> )]	123,4	599,9
От 5 до 15 Ки/км <sup>2</sup> (от 185 кБк/м <sup>2</sup> до 555 кБк/м <sup>2</sup> ) [5 to 15 Ci / km <sup>2</sup> (185 kBq / m <sup>2</sup> to 555 kBq / m <sup>2</sup> )]	70,6	207,0
От 15 до 40 Ки/км <sup>2</sup> (от 555 кБк/м <sup>2</sup> до 1480 кБк/м <sup>2</sup> ) [15 to 40 Ci / km <sup>2</sup> (555 kBq / m <sup>2</sup> to 1480 kBq / m <sup>2</sup> )]	32,9	92,6
От 40 и более Ки/км <sup>2</sup> (от 1480 и более кБк/м <sup>2</sup> ) [from 40 and more Ci / km <sup>2</sup> (from 1480 and more kBq / m <sup>2</sup> )]	2,0	1,5
Всего [Total]	228,9	901,0

<sup>1</sup> Постановление Высшего Государственного Совета Союзного государства «Приоритетные направления и первоочередные задачи дальнейшего развития Союзного государства на 2018–2022 годы». Раздел 19 «Экологическая, ядерная, радиационная безопасность и преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС» от 19.06.2019 г. № 3 [Decree of the Supreme State Council of the Union State «Priority areas and priorities for the further development of the Union State for 2018-2022.» Section 19 «Ecological, nuclear, radiation safety and overcoming the consequences of the disaster at the Chernobyl nuclear power plant» dated June 19, 2019, No. 3 (In Russ.)]



**Рис. 1.** Радиоактивное загрязнение приграничных территорий Российской Федерации и Республики Беларусь ( $^{137}\text{Cs}$ ) [3]  
**[Fig. 1.** Radioactive contamination of the border areas of the Russian Federation and the Republic of Belarus ( $^{137}\text{Cs}$ ) [3]]

тальный, с тёплым летом и мягкой зимой. Средняя температура января  $-5^{\circ}\text{C}$ , июля  $+18^{\circ}\text{C}$ .

В Российской Федерации наиболее загрязнены леса юго-западных районов Брянской области. Леса Гордеевского, Клиновского и Красногорского районов входят в состав Клиновского лесничества, а Злынковского, Климовского и Новозыбковского – в состав Злынковского лесничества Брянского управления лесами. Общая характеристика этих лесов характерна как для России, так и для

Беларуси. Они относятся к зоне хвойно-широколиственных лесов, к лесному району хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Основными лесобразующими породами являются сосна, береза, осина, ольха чёрная, ель, дуб. Наиболее распространены насаждения с преобладанием сосны и берёзы. По классификации природной пожарной опасности преобладают леса 1–3 класса, средний класс природной пожарной опасности по Злынковскому лесничеству 2,7; по Клиновскому – 3,1<sup>2</sup>. За послеаварийный период существенных изменений в площадях лесонасаждений, породном составе и других лесотаксационных показателях в Лесном фонде не произошло (табл. 2).

Оценка площади приграничных районов Брянской области, покрытых лесной (древесной) растительностью, проводилась: для лесов, находящихся в ведении Брянского управления лесами, по данным «Лесного плана Брянской области на период 2019–2028 гг.»; для неучтенных лесов отдельных районов юго-запада Брянской области – по результатам анализа данных дистанционного зондирования земли с целью определения изменений площадей, занятых лесной (древесной) растительностью.

Оценка радиоактивного загрязнения лесных территорий приграничных районов Брянской области проводилась по данным радиационных обследований лесного фонда и радиоэкологического мониторинга лесов из архива отдела радиационной экологии и экотоксикологии ФБУ ВНИИЛМ. Обследования проводились подведомственными организациями Рослесхоза, осуществляющими радиационный контроль и радиоэкологический мониторинг в период с

**Изменение таксационных характеристик лесных насаждений по Злынковскому и Клиновскому лесничествам за период 2009–2018 гг.**

Таблица 2

[Table 2]

**Changes in characteristics of forest stands in the Zlynka and Klintsy forest districts for the period 2009 – 2018]**

Наименование лесничества [Forest district]	Злынковское [Zlynka]			Клиновское [Klintsy]		
Год [Year]	2009	2018	Изменения [Changes]	2009	2018	Изменения [Changes]
Покрытая лесом площадь, тыс. га [The area covered by forests, thousand ha]	85,8	86,6	+0,8	85,1	85,2	+0,1
Средний возраст, лет [Average age, years]	58	69	+11	53	66	+13
Средний класс бонитета [Average forest stand quality class]	1,3	1,1	+0,2	1,6	1,5	+0,1
Средняя относительная полнота [Average stand density]	0,69	0,69	–	0,65	0,65	–
Средний запас спелых и перестойных насаждений на 1 га, м <sup>3</sup> [Average stock of ripe and overripe stands per 1 ha, m <sup>3</sup> ]	283	282	-1	221	242	+21
Средний запас насаждений на 1 га покрытых лесом земель, м <sup>3</sup> [Average stock of stands per 1 ha forest covered areas, m <sup>3</sup> ]	224	271	+47	183	228	+45
Средний прирост по запасу на 1 га покрытых лесной растительностью земель [Average increase in stock per 1 ha forest covered areas]	3,7	4,1	+0,4	3,3	3,6	+0,3

<sup>2</sup> Лесной план Брянской области на период 2019–2028 гг.: Лесной план Брянской области, утв. указом Губернатора Брянской области от 18 декабря 2018 г. № 288 [Forest plan of the Bryansk region for 2019–2028: Forest plan of the Bryansk region approved by the decree of the Governor of the Bryansk region dated December 18, 2018, No. 288 (In Russ.)]



1991 г. по настоящее время. Учетной единицей обследования был лесной квартал. В 1991 г., 1993 г. и в период с 2007 по 2010 г. были полностью обследованы лесные территории вышеуказанных лесничеств (в 1991 и 1993 гг. – за исключением лесных участков, находившихся в ведении сельскохозяйственных формирований). Кроме того, частичным ежегодным обследованием была также охвачена большая часть территории этих лесничеств.

Отбор проб при поквартальном обследовании производился при помощи почвенного пробоотборника диаметром 4 см на глубину 15 см. В каждом квартале отбиралась объединенная проба<sup>3</sup>, состоящая из 5 точечных проб, взятых по схеме «конверт».

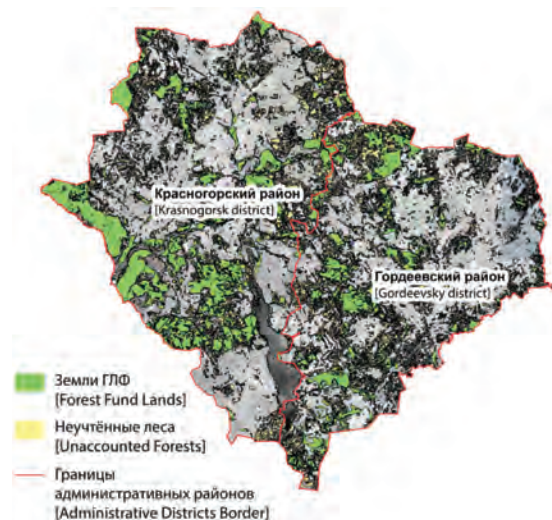
Измерение активности цезия-137 проводилось в воздушно-сухих пробах гамма-спектрометрическим методом с использованием универсального спектрометрического комплекса УСК «Гамма Плюс» с программным обеспечением (ПО) «Прогресс»<sup>4</sup>, а также спектрометров энергии гамма-излучения полупроводниковых «Гамма-1П» с ПО «SpectraLine»<sup>5</sup>.

Оценка содержания цезия-137 в основных видах лесных горючих материалов (ЛГМ) и прогноз содержания цезия-137 в наиболее критичном ЛГМ – лесной подстилке проводились по данным многолетних наблюдений радиационного мониторинга лесов в пунктах постоянного наблюдения (стационарных участках, СУ). Изменение средних значений удельной активности лесной подстилки происходит в основном за счет радиоактивного распада. Прогноз содержания цезия в лесной подстилке дан на основе формулы радиоактивного распада цезия-137 через среднюю активность и массовую долю лесной подстилки. В прогнозе приведены средневзвешенные значения в лесной подстилке по зонам загрязнения и административным районам.

## Результаты и обсуждение

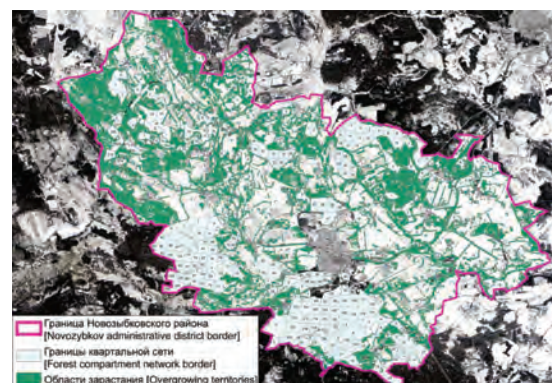
Нами выявлено значительное зарастание неиспользуемых земель (преимущественно земель запаса, выведенных из сельскохозяйственного пользования после аварии на ЧАЭС (рис. 2, 3, табл. 3)).

Покрытая лесной (древесной) растительностью площадь в период после аварии на ЧАЭС значительно увеличилась, в наиболее малолесных районах, таких как Гордеевский, – почти в 2 раза. Эти леса не входят в структуру Управления лесным хозяйством Брянской области, в них не ведется лесное хозяйство и не осуществляются охраняемые и защитные мероприятия. Их структура и состав способствуют повышенной опасности возникновения радиоактивных лесных пожаров.



**Рис. 2.** Карта-схема земель лесного фонда и неучтенных лесов в Гордеевском и Красногорском районах Брянской области по результатам дешифрирования снимков 2014 г. (Глушенков О.И., Корсиков Р.С., Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Заплеспроект» [3])

**[Fig. 2.** Schematic map of forest fund lands and unaccounted forests in the Gordeevsky and Krasnogorsk administrative districts of the Bryansk region based on satellite survey results in 2014 (Glushenkov O.I., Korsikov R.S., Zaplesproekt, a branch of the Federal State Unitary Enterprise Roslesinforg [3])]



**Рис. 3.** Карта-схема зарастания земель Новоzybковского района по данным космической съемки 2019 г. Зарастание древесной (лесной) растительностью вне лесного фонда выявлено на площади 19 806,86 га (по материалам: Сидоренков В.М., Сидоренкова Е.М., Астапов Д.О., ФБУ ВНИИЛМ [4])

**[Fig. 3.** Schematic map of land overgrowing in Novozybkovsky administrative district based on satellite survey results in 2019. Overgrowth of forest vegetation outside the forest fund was detected on an area of 19,806.86 ha (based on materials: Sidorenkov V.M., Sidorenkova E.M., Astapov D.O., FBU VNIILM [4])]

<sup>3</sup> Руководство по радиационному обследованию лесного фонда (на период 1996–2000 гг.). – М.; Федеральная служба лесного хозяйства России, 1995. 34 с. [Guidelines for the radiation survey of the forest fund (for the period 1996–2000). Moscow; Federal Forestry Service of Russia; 1995. 34 p. (In Russ.)]

<sup>4</sup> «Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляторного гамма-спектрометра с программным обеспечением «ПРОГРЕСС». Свидетельство об аттестации МВИ № 40090.3Н700 от 22.12.2003 г. [«Methodology for measuring the activity of radionuclides using a scintillator gamma-ray spectrometer with software «PROGRESS». Attestation Certificate MVI No. 40090.3H700 dated December 22, 2003 (In Russ.)]

<sup>5</sup> «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения «SpectraLine». Свидетельство об аттестации № 43151.4Б207/01.00294-2010 от 28.02.2014 г. [«Activity of radionuclides in the counting samples. Methodology of measurement on gamma-spectrometers using the «SpectraLine» software». Attestation Certificate No. 43151.4B207 / 01.00294-2010 dated 02.28.2014 (In Russ.)]

Таблица 3

Площадь неучтенных лесов в Красногорском и Гордеевском районах, га [3]

[Table 3]

The unaccounted forests area in the Gordeevka and Krasnaya gora administrative districts, ha]

Формации лесов [Forest formation]	Красногорский район [Krasnaya gora administrative district]	Гордеевский район [Gordeevka administrative district]	ИТОГО [TOTAL]
Сосновые спелые [Ripe stands of Scotch pine]	153,7	36,6	190,3
Сосновые средневозрастные [Medium-aged stands of Scotch pine]	99,9	37,1	137
Сосновые молодняки [Young stands of Scotch pine]	1694	888,3	2582,3
Березово-ольховые спелые [Ripe stands of Birch and Alder]	2932	3514	6446
Березово-ольховые средневозрастные [Medium-aged stands of Birch and Alder]	2074	2135	4209
Березово-ольховые молодняки [Young stands of Birch and Alder]	14620	13440	28060
Береза редины [Open Birch stands]	6429	4926	11355
Осиновые спелые [Ripe stands of aspen]	288,5	503,6	792,1
ИТОГО неучтенных лесов [Unaccounted forests, Total]	28291,1	25480,6	53771,7
Земли ГЛФ [Lands of State forest fund]	17970	9910	27880
Прочие земли [Other lands]	60838,9	49709,4	110548,3

В рамках российско-белорусского сотрудничества специалистами ГУ Беллесрад (ГУ Беллесозащита) и ФБУ ВНИИЛМ была создана совместная сеть радиационного мониторинга леса, охватывающая приграничные территории Брянской области с российской стороны, Гомельской и Могилевской областей – со стороны Беларуси [5].

В 2003–2004 гг. в западных районах Брянской области, восточных районах Гомельской облсти и южных районах Могилёвской области были заложены 20 ста-

ционарных участков (СУ) – по 10 на российской и белорусской сторонах с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  от 5,4 Ки/км<sup>2</sup> (200 кБк/м<sup>2</sup>) до 28,0 Ки/км<sup>2</sup> (1030 кБк/м<sup>2</sup>). В настоящее время на территории Брянской области сеть расширена до 15 стационарных участков (табл. 4), что позволило охватить весь диапазон цезиевого загрязнения, представленный в европейской части Российской Федерации, – от среднефоновых значений до 220 Ки/км<sup>2</sup> (8140 кБк/м<sup>2</sup>).

Таблица 4

Расположение стационарных участков (пунктов постоянного наблюдения) российского сегмента совместной сети радиационного мониторинга леса Союзного государства на территории Брянской области

[Table 4]

Location of monitoring sites (permanent observation points) of Russian segment of forest radiation monitoring network of the Union State in the Bryansk region]

Код участка [Code of the monitoring site]	Лесничество [Forest district]	Участковое лесничество/участок [Forest subdivision/forest plot]	Квартал [Forest compartment]	Выдел [Forest subcompartment]
СУ-01Р [SU-01R]	Злынковское [Zlynka]	Злынковское [Zlynka]	107	1
СУ-02Р [SU-02R]	Злынковское [Zlynka]	Злынковское [Zlynka]	133	17
СУ-03Р [SU-03R]	Злынковское [Zlynka]	Злынковское [Zlynka]	51	33
СУ-04Р [SU-04R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское [Novozybkov]	100	2
СУ-05Р [SU-05R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское [Novozybkov]	101	91

Код участка [Code of the monitoring site]	Лесничество [Forest district]	Участковое лесничество/участок [Forest subdivision/forest plot]	Квартал [Forest compartment]	Выдел [Forest subcompartment]
СУ-06Р [SU-06R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское [Novozybkov]	99	48
СУ-07Р [SU-07R]	Клинцовское [Klintsy]	Красногорское [Krasnaya gora]	16	4
СУ-08Р [SU-08R]	Клинцовское [Klintsy]	Ущерпское [Ushcherp'e]	58	22
СУ-09Р [SU-09R]	Клинцовское [Klintsy]	Красногорское [Krasnaya gora]	59	2
СУ-10Р [SU-10R]	Клинцовское [Klintsy]	Ущерпское [Ushcherp'e]	16	4
СУ-11Р [SU-11R]	Клинцовское [Klintsy]	Красногорское [Krasnaya gora]	19	11
СУ-12Р [SU-12R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское [Novozybkov]	91	25
СУ-13Р [SU-13R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское/СХПК «Новозыбковский» [Novozybkov/ Agricultural production cooperative "Novozybkovsky"]	4	3
СУ-14Р [SU-14R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское/СХПК «Новозыбковский» [Novozybkov/ Agricultural production cooperative "Novozybkovsky"]	4	23
СУ-15Р [SU-15R]	Злынковское [Zlynka]	Новозыбковское/СХПК «Новозыбковский» [Novozybkov/ Agricultural production cooperative "Novozybkovsky"]	3	б/н [without a number]

Несмотря на проделанную работу в рамках федеральных целевых программ Российской Федерации и Программ совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы Союзного государства, актуальность дальнейшей работы по снижению рисков трансграничного переноса радиоактивных элементов на РЗТ Брянской области и сопредельных районов Гомельской и Могилевской областей не вызывает сомнений.

#### *Динамика радиоактивного загрязнения лесного фонда по данным полевых исследований*

В настоящее время Брянская область остается наиболее загрязненной, как по площади лесов, так и по представительству всех зон радиоактивного загрязнения. Наибольшие площади и наиболее высокие плотности радиоактивного загрязнения лесов сосредоточены на юго-западе Брянской области в Гордеевском, Злынковском, Красногорском и Новозыбковском районах. Вследствие наличия зон радиоактивного загрязнения с высокими уровнями плотности загрязнения лесных почв общая площадь загрязненных лесов по районам меняется крайне незначительно, за счет перехода из зон с высокими уровнями радиоактивного загрязнения в более низкие. Динамика перехода лесов по зонам радиоактивного загрязнения и выхода из зон загрязнения приведена в таблице 5. Данные приведены по материалам наземных поквартирных обследований соответствующих лет.

#### *Проблема радиоактивных лесных пожаров и загрязнение ЛГМ*

Лесные пожары на загрязненных радионуклидами территориях являются фактором, способствующим существенному повышению содержания радиоцезия ( $^{137}\text{Cs}$ ) в атмосферном воздухе, переносу радионуклидов за пределы зон радиоактивного загрязнения [6–8].

Исследования ученых МНТЦ «Укрытие» (Чернобыль) показали, что при лесном пожаре в дымовом шлейфе в составе аэрозольных частиц появляются все радионуклиды, которые находятся на местности после аварии на ЧАЭС. Район лесного пожара обедняется в первую очередь радиоцезием и в меньшей степени другими радионуклидами чернобыльского генезиса. Основными носителями радиоцезия являются субмикронные аэрозоли, что обеспечивает их длительное существование в атмосфере и перенос на большие расстояния [9].

Возникновение лесных пожаров обусловлено наличием в них лесных горючих материалов (ЛГМ). Это растения лесов, их морфологические части и растительные остатки разной степени разложения, которые могут гореть при лесных пожарах. Все ЛГМ условно можно разделить на три класса (табл. 6) [10].

Применительно к радиоактивным лесным пожарам С.И. Душа-Гудым выделяет ЛГМ полога древостоя и ЛГМ напочвенного покрова и лесной подстилки [7].

Динамика площадей лесного фонда по зонам радиоактивного загрязнения, га

Таблица 5

[Table 5]

## Dynamic of forest fund area by zones of radioactive contamination, ha]

Административный район (ОКТМО) [Administrative district (Code in All-Russian Classifier of Territories of Municipal Units)]	Год [Year]	Площадь лесов (га) по зонам радиоактивного загрязнения <sup>137</sup> Cs [Forest area (ha) by zones of radioactive contamination <sup>137</sup> Cs]					
		Всего [Total]	Менее 37 кБк/м <sup>2</sup> [less than 37 kBq / m <sup>2</sup> ]	37–185 кБк/м <sup>2</sup> [37–185 kBq / m <sup>2</sup> ]	185–555 кБк/м <sup>2</sup> [185–555 kBq / m <sup>2</sup> ]	555–1480 кБк/м <sup>2</sup> [555–1480 kBq / m <sup>2</sup> ]	Более 1480 кБк/м <sup>2</sup> [more than 1480 kBq / m <sup>2</sup> ]
Гордеевский район [Gordeevka] (15611000000)	1991	9501	0	145	3716	5560	80
	1993	9501	0	509	4489	4503	0
	2000	9501	0	685	4383	4433	0
	2010	9501	72	1262	5938	2229	0
	2018	9501	72	1262	5938	2229	0
Злынковский район [Zlynka] (15623000000)	1991	28 470	60	487	4375	23 002	546
	1993	28 470	244	303	9292	18 267	364
	2000	28 470	244	408	10 772	16 949	97
	2010	28 470	244	651	14 459	13 116	0
	2018	28 470	263	2440	22 598	3169	0
Красногорский район [Krasnaya gora] (15634000000)	1991	18 018	34	2893	9144	4101	1846
	1993	18 018	34	4240	9215	2971	1558
	2000	18 018	34	4060	9488	2988	1448
	2010	18 018	34	8681	6986	1522	795
	2018	18 018	34	8639	7028	1522	795
Новозыбковский район [Novozybkov] (15640000000)	1991	25 465	0	0	4640	18 202	2623
	1993	25 465	0	0	5963	16 441	3061
	2000	25 465	0	0	7202	17 175	1088
	2010	25 465	0	403	11 707	12 199	1156
	2018	25 452	0	972	18 442	6004	34

Распределение различных видов ЛГМ по классам

Таблица 6

[Table 6]

## Distribution of different types of forest fire materials by classes]

Класс ЛГМ [Class of forest fire materials]	Виды ЛГМ [Types of forest fire materials]
Проводники горения [Combustion conductors]	Опад, лишайники, мхи, лесная подстилка, торф, валежник, пни, крупные порубочные остатки [Tree waste, lichen, moss, forest litter, peat, fallen timber, stumps, large felling residue]
Поддерживающие горение [Support combustion]	Травы, кустарники, плауны, сеянцы древесных растений, подрост и подлесок, хвоя, листва, несущие их веточки и мелкие сучья полога древостоя [Grasses, shrubs, lycopodium, tree seedlings, undergrowth and young growth, needle and leaves, branches bearing them, small boughs of the canopy]
Задерживающие горение [Retarding combustion]	Некоторые виды трав, кустарничков, кустарников и деревьев [Some species of grasses, subshrubs, shrubs and trees]

<sup>6</sup> Площадь лесов, вышедших из зоны загрязнения, при снижении плотности загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs ниже 37 кБк/м<sup>2</sup>



Определение радиоактивного лесного пожара закреплено в ГОСТ Р 22.1.09–99 как «лесной пожар, при котором горят загрязненные радионуклидами лесные горючие материалы, и образующиеся продукты горения (зола, недожог, дымовой аэрозоль, газообразные продукты) представляют собой открытые источники ионизирующего излучения»<sup>7</sup> [7].

Приведенное выше определение радиоактивного лесного пожара является достаточно широким, включающим ситуации, требующие применения различных видов и объемов защитных мероприятий при их профилактике и тушении. В связи с этим, по мнению ряда авторов [11], целесообразно предложить классификацию лесных участков, загрязненных цезием-137 вследствие аварии на ЧАЭС, и возникающих на них радиоактивных лесных пожаров по степени опасности и необходимости применения специальных мер на основе их радиационно-пирологических характеристик.

Ряд экспериментальных данных свидетельствуют о содержании радионуклидов в воздухе на кромке пожара ниже уровней, установленных международными и националь-

ми нормами радиационной безопасности [12–17]. Однако суммарный выход активности в газоаэрозолях при пожаре может достигать 1500 МБк/га и более [18]. Участники тушения непосредственно соприкасаются с объектами и материалами (ЛГМ, зола, недожог и т. п.), превышающими значения минимально значимых удельной активности радионуклидов (МЗУА) и активности радионуклидов в помещении или на рабочем месте (МЗА) по цезию-137. Зачастую участники тушения пожаров проживают в зонах радиоактивного загрязнения, получая дополнительную дозовую нагрузку от бытового внешнего и внутреннего облучения [19].

Современные данные по содержанию цезия-137 в основных видах лесных горючих материалов, рассчитанные на основе среднесезонных (2010–2019 гг.) значений коэффициентов перехода цезия-137 в ЛГМ, по данным мониторинга на стационарных участках российского сегмента совместной сети радиационного мониторинга леса Союзного государства, приведены в таблице 7. В числителе указаны средневзвешенные значения удельной активности цезия-137 в ЛГМ по площади зон загрязнения, в знаменателе – минимальные и максимальные. Эти

Таблица 7

Содержание цезия-137 (кБк/кг) в основных видах лесных горючих материалов по зонам радиоактивного загрязнения

[Table 7]

Containing of Caesium-137 (kBq / kg) in main types of forest fire materials by zones of radioactive contamination]

Административный район [Administrative district]	Вид ЛГМ [Type of forest fire materials]	Зона загрязнения [Zone of contamination]					Более 1480 кБк/кг [more than 1480 kBq / kg]
		Менее 37 кБк/ кг [less than 37 kBq / kg]	37–185 кБк/кг [37–185 kBq / kg]	185–555 кБк/кг [185–555 kBq / kg]	555–1480 кБк/кг [555–1480 kBq / kg]		
Гордеевский [Gordeevka]	Ветви полога древостоя [branches of the canopy]	≤0,09	0,18–0,46	0,50–1,46	1,48–2,83		–
	Лесная подстилка [forest litter]	≤1,09	4,68 2,14–5,62	10,79 6,08–17,88	22,33 18,04–34,55		–
	Подлесок [undergrowth]	≤0,1	0,41 0,19–0,50	0,95 0,54–1,58	1,97 1,59–3,05		–
	Подрост [young growth]	≤0,12	0,53 0,24–0,64	1,23 0,69–2,03	2,54 2,05–3,93		–
Злынковский [Zlynka]	Ветви полога древостоя [branches of the canopy]	≤0,06	0,39 0,11–0,49	1,00 0,49–1,47	1,83 1,49–2,80		–
	Лесная подстилка [forest litter]	0,69 0,6–0,72	4,73 1,3–5,93	12,24 6,02–18,02	22,42 18,22–34,17		–
	Подлесок [undergrowth]	≤0,06	0,42 0,11–0,52	1,08 0,53–1,59	1,98 1,61–3,02		–
	Подрост [young growth]	≤0,07	0,54 0,15–0,67	1,39 0,68–2,05	2,55 2,07–3,88		–

<sup>7</sup> ГОСТ Р 22.1.09-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования [GOST R 22.1.09-99 Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting forest fires. General requirements (In Russ.)]

<sup>8</sup> Площадь лесов, вышедших из зоны загрязнения, при снижении плотности загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs ниже 37 кБк/кг



Административный район [Administrative district]	Вид ЛГМ [Type of forest fire materials]	Зона загрязнения [Zone of contamination]				
		Менее 37 кБк/кг [less than 37 kBq / kg]	37–185 кБк/кг [37–185 kBq / kg]	185–555 кБк/кг [185–555 kBq / kg]	555–1480 кБк/кг [555–1480 kBq / kg]	Более 1480 кБк/кг [more than 1480 kBq / kg]
Красногорский [Krasnaya gora]	Ветви полога древостоя [branches of the canopy]	≤0,02	<u>0,30</u> 0,10–0,49	<u>0,78</u> 0,49–1,33	<u>2,32</u> 1,51–3,80	125,79≤
	Лесная подстилка [forest litter]	≤0,30	<u>3,71</u> 1,21–5,97	<u>9,54</u> 6,02–16,27	<u>28,4</u> 18,4–46,42	<u>118,51</u> 51,76–223,75
	Подлесок [undergrowth]	≤0,03	<u>0,33</u> 0,11–0,53	<u>0,84</u> 0,53–1,44	<u>2,51</u> 1,62–4,10	47,15≤
	Подрост [young growth]	≤0,03	<u>0,42</u> 0,14–0,68	<u>1,08</u> 0,68–1,85	<u>3,23</u> 2,09–5,27	182,10≤
	Ветви полога древостоя [branches of the canopy]	–	<u>0,41</u> 0,32–0,48	<u>1,00</u> 0,50–1,46	<u>2,11</u> 1,47–3,74	27,78≤
Новозыбковский [Novozybkov]	Лесная подстилка [forest litter]	–	<u>5,03</u> 3,86–5,92	<u>12,24</u> 6,15–17,9	<u>25,76</u> 18,02–45,64	49,41≤
	Подлесок [undergrowth]	–	<u>0,44</u> 0,34–0,52	<u>1,08</u> 0,54–1,58	<u>2,27</u> 1,59–4,03	10,41≤
	Подрост [young growth]	–	<u>0,57</u> 0,44–0,67	<u>1,39</u> 0,70–2,03	<u>2,93</u> 2,05–5,19	40,21≤

данные получены ФБУ ВНИИЛМ в 2010–2019 гг. в ходе научных исследований в загрязненных радионуклидами лесах приграничных с Беларуссией территорий Брянской области.

Приведенные в таблице 7 данные свидетельствуют, что в исследуемых зонах до настоящего времени наблюдаются сверхуровневые значения: так, например, в Красногорском районе максимальная удельная активность в ЛГМ достигает 223,75 кБк/кг.

Наиболее радиационно-опасной является лесная подстилка, которая содержит более 70% общего запаса цезия-137 в ЛГМ. С использованием коэффициента зависимости содержания цезия в подстилке от плотности загрязнения из работы [11] для преобладающих в рассматриваемых лесничествах типов лесорастительных условий (ТЛУ) АВ получен прогноз содержания цезия-137 в лесной подстилке по 4 зонам радиоактивного загрязнения лесов и вышедшим из зон загрязнения лесным участкам в наиболее загрязненных районах Брянской области на период до 2046 г. Он свидетельствует о сохранении высокой степени радиоактивного загрязнения лесов в Красногорском и Новозыбковском районах даже по прошествии более чем 60 лет после аварии на ЧАЭС (табл. 8). В числителе даны средневзвешенные значения удельной активности цезия-137 в лесной подстилке по площади зон радиоактивного загрязнения, в знаменателе – минимальные и максимальные значения.

Леса юго-запада Брянской области имеют высокий класс природной пожарной опасности. По условиям погоды ежегодно складываются ситуации с высоким риском

возникновения природных, в первую очередь лесных, пожаров на загрязненных территориях. При осуществлении профилактики и тушении лесных пожаров на загрязненных территориях необходима оценка их опасности для участников проведения работ (тушения) и населения.

Авторами [11] предлагается выделять 4 категории радиоактивно загрязненных лесных участков по степени опасности при осуществлении профилактики и тушения радиоактивных лесных пожаров на основе следующих критериев:

- плотности загрязнения лесных участков цезием-137;
- содержания цезия-137 в ЛГМ;
- содержания цезия-137 в аэрозольных и газообразных продуктах горения;
- поглощенной дозы для работников при осуществлении мероприятий по профилактике и тушению лесных пожаров.

При этом 1-я категория (низкой опасности) не требует специальных защитных мероприятий; за исключением дозиметрического контроля и учета накопленных доз работающих на кромке пожара, а 4-я категория (крайне высокая опасность) соответствует условиям радиационной аварии, при которых поглощенная доза у участников тушения пожара может превысить уровень, при котором возможны детерминированные эффекты (1 Гр на все тело). 4-я категория предусматривается для обеспечения готовности к ситуации острой стадии гипотетической аварии, в настоящее время на территории загрязненного лесного фонда Российской Федерации не достигается.

Таблица 8  
Прогноз содержания цезия-137 в лесной подстилке по зонам радиоактивного загрязнения на период до 2046 г., кБк/кг  
[Table 8  
Forecast of caesium-137 containing in forest litter by zones of radioactive contamination to 2046, kBq / kg]

Административный район [Administrative district]	Год [Year]	Менее 37 кБк/кг [less than 37 kBq / kg]	37–185 кБк/кг [37–185 kBq / kg]	185–555 кБк/кг [185–555 kBq / kg]	555–1480 кБк/кг [555–1480 kBq / kg]	Более 1480 кБк/кг [more than 1480 kBq / kg]
Гордеевский [Gordeevka]	2021	≤1,02	<u>4.55</u> 1,99–5,77	<u>11.34</u> 6,02–17,93	<u>23.73</u> 18,88–32,24	–
	2026	≤0,91	<u>4.66</u> 1,78–5,72	<u>11.13</u> 6,1–17,59	<u>22.12</u> 18,37–28,72	–
	2031	≤0,81	<u>4.44</u> 1,58–5,91	<u>10.67</u> 6,07–16,73	<u>20.97</u> 18,18–25,59	–
	2036	≤0,72	<u>4.24</u> 1,41–5,9	<u>10.41</u> 6,24–17,32	<u>20.84</u> 19,41–22,80	–
	2041	≤0,64	<u>3.95</u> 1,26–5,82	<u>9.69</u> 6,02–17,3	<u>19.17</u> 18,29–20,31	–
	2046	<u>0.85</u> 0,64–1,12	<u>3.93</u> 2,03–5,99	<u>9.43</u> 6,05–17,04	≥18,1	–
Злынковский [Zlynka]	2021	<u>0.65</u> 0,56–0,67	<u>4.75</u> 1,21–5,97	<u>11.75</u> 6,04–17,99	<u>21.75</u> 18,04–31,88	–
	2026	<u>0.64</u> 0,5–1,08	<u>4.61</u> 1,33–5,88	<u>10.91</u> 6,01–17,79	<u>20.49</u> 18,07–28,4	–
	2031	<u>0.6</u> 0,44–1,18	<u>4.67</u> 1,25–5,99	<u>10.53</u> 6,01–17,74	<u>19.94</u> 18,13–25,31	–
	2036	<u>0.68</u> 0,4–1,12	<u>4.52</u> 1,38–5,98	<u>9.87</u> 6,03–17,58	<u>19.42</u> 18,26–22,54	–
	2041	<u>0.61</u> 0,35–1,0	<u>4.35</u> 1,23–5,99	<u>9.25</u> 6,05–17,01	<u>18.96</u> 18,4–20,09	–
	2046	<u>0.63</u> 0,31–1,09	<u>4.24</u> 1,43–5,99	<u>8.67</u> 6,07–17,89	–	–
Красногорский [Krasnaya gora]	2021	<u>1.01</u> 0,28–1,19	<u>3.67</u> 1,41–6,0	<u>9.47</u> 6,04–17,99	<u>27.67</u> 18,9–43,31	<u>110.58</u> 48,3–208,77
	2026	<u>0.9</u> 0,25–1,06	<u>3.58</u> 1,26–6,0	<u>9.44</u> 6,01–17,75	<u>27.84</u> 18,09–46,19	<u>108.49</u> 49,96–186,0
	2031	<u>1.02</u> 0,22–1,18	<u>3.49</u> 1,22–6,0	<u>9.69</u> 6,01–17,7	<u>29.3</u> 19,75–45,84	<u>102.05</u> 49,71–165,71
	2036	<u>1.01</u> 0,2–1,18	<u>3.31</u> 1,21–5,9	<u>9.48</u> 6,03–17,86	<u>29.66</u> 19,32–44,29	<u>94.56</u> 50,12–147,63
	2041	<u>0.94</u> 0,18–1,19	<u>3.15</u> 1,24–5,89	<u>9.25</u> 6,05–17,21	<u>29.86</u> 21,26–44,65	<u>91.47</u> 54,08–131,53
	2046	<u>0.92</u> 0,16–1,2	<u>3.1</u> 1,21–5,94	<u>9.25</u> 6,07–15,33	<u>26.6</u> 18,95–39,78	<u>81.49</u> 48,18–117,18
Новозыбковский [Novozybkov]	2021	–	<u>5.08</u> 3,6–6,0	<u>11.82</u> 6,1–17,82	<u>25.37</u> 18,04–46,1	–
	2026	–	<u>4.7</u> 3,2–5,84	<u>11.0</u> 6,18–17,77	<u>24.28</u> 18,07–41,07	–
	2031	–	<u>4.76</u> 2,86–5,98	<u>10.4</u> 6,02–17,79	<u>23.48</u> 18,15–36,59	–
	2036	–	<u>4.97</u> 2,54–6,0	<u>10.16</u> 6,03–17,91	<u>22.47</u> 18,62–32,6	–
	2041	–	<u>4.62</u> 2,27–5,99	<u>9.75</u> 6,09–18,01	<u>22.79</u> 18,5–29,04	–
	2046	–	<u>4.58</u> 2,02–6,0	<u>9.34</u> 6,04–17,93	<u>21.48</u> 18,37–25,88	–

### Заключение

Территории приграничных районов Брянской области, покрытых лесной (древесной) растительностью, можно разделить на две категории:

1. Леса гослесфонда, находящиеся в ведении органов управления лесным хозяйством Брянской области, «учтенные леса». Их площадь и таксационные характеристики за послеаварийный период изменились незначительно.

2. «Неучтенные леса», не входят в структуру Управления лесным хозяйством Брянской области, в них не ведется лесное хозяйство и не осуществляются охранные и защитные мероприятия. Их структура и состав способствуют повышенной опасности возникновения радиоактивных лесных пожаров. В послеаварийный период их площадь значительно увеличилась за счет зарастания неиспользуемых земель.

Распределение лесов приграничных районов Брянской области по зонам радиоактивного загрязнения за послеаварийный период существенно изменилось. Леса с плотностью загрязнения почвы цезием-137 более 1480 кБк/м<sup>2</sup> остались только в Красногорском и Новозыбковском районах, их площади многократно уменьшились за счет перехода в зоны с более низкими значениями. Существенно увеличилась доля лесов в зоне низкой степени загрязнения лесов по плотности загрязнения почвы цезием-137: 37–185 кБк/м<sup>2</sup>.

В лесных горючих материалах до настоящего времени наблюдаются сверхуровневые значения содержания цезия-137. Наиболее радиационно-опасной является лесная подстилка, которая содержит более 70% общего запаса цезия-137 в ЛГМ. Максимальные значения удельной активности в ЛГМ достигают 224 кБк/кг.

Полученный прогноз содержания цезия-137 в лесной подстилке по 4 зонам радиоактивного загрязнения лесов в наиболее загрязненных районах Брянской области на период до 2046 г. свидетельствует о сохранении высокой степени радиоактивного загрязнения лесов в Красногорском и Новозыбковском районах даже по прошествии более чем 60 лет после аварии.

В условиях юго-запада Брянской области практически любые природные пожары на загрязненных территориях, в первую очередь лесные, могут быть отнесены к категории радиоактивных. Наибольшую опасность такие пожары представляют для лиц, занятых в их тушении, и жителей близлежащих населенных пунктов.

### Литература

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия – Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. Москва–Минск: Фонд «Инфосфера»–НИА–Природа, 2009. 140 с.
2. Практика, проблемы и перспективы особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь и Российской Федерации: материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России (Заседание двадцать девятое, г. Брест, 14–15 июня 2012 г.) / Под ред. С.Г. Стрельченко. Минск: Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси, 2012. С. 336–343.
3. Комплексное исследование по оценке социальной эффективности содержания и управления отселенными территориями Беларуси и России: отчет о НИР (итоговый) // ФБУ ВНИИЛМ; рук. Раздайковин А.Н.; исполн. Раздайковин А.Н., и др. Пушкино, 2014. 177 с. Библиогр.: с. 101–105. Н ГК 1. Инв. № 1321321
4. Проведение обследований отселенных (отчужденных) территорий России по возврату их в хозяйственный оборот: отчет Книга 1 // ФБУ ВНИИЛМ; рук. Раздайковин А.Н.; исполн. Раздайковин А.Н., и др. Пушкино, 2019. 177 с. Библиогр.: с. 104–110. Н ГК 0373100032219000035. Рег. № АААА-А19-119110890058-9.
5. Марадудин И.И., Раздайковин А.Н., Малевич Д.А., Карбанович Л.Н. Опыт совместной деятельности специалистов Беларуси и России по организации единой сети радиационного мониторинга лесов Союзного государства. Сборник пленарных докладов Международной научно-практической конференции «25 лет после чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства», Гомель, 12–13 апреля 2011 г. Гомель, 2011. С. 29–32.
6. Душа-Гудым С.И. Лесные пожары на территориях, загрязненных радионуклидами. М: ВНИИЦлесресурс, 1993. 52 с.
7. Душа-Гудым С.И. Радиоактивные лесные пожары. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. 160 с.
8. Душа-Гудым С.И. Проблемы радиозащиты леса. Лес. Человек. Чернобыль // Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2004. Вып. 61. С. 98–104.
9. Пазухин Э.М., Огородников Б.И. Влияние лесного пожара на перераспределение радионуклидов в зоне отчуждения ЧАЭС // Сборник научных трудов «Предупреждение, ликвидация и последствия пожаров на радиоактивно загрязненных землях» – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. Вып. 54. С. 167–170.
10. Курбатский Н.П. Исследования количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1970. С. 5–58.
11. Радин А.И., Марадудин И.И., Рябинков А.П., и др. К вопросу о классификации радиоактивных лесных пожаров // Лесной вестник. 2019. Т. 23, № 2. С. 107–114. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-107-114.
12. Кашпаров В.А., Миронюк В.В., Журба М.А., и др. Радиологические последствия пожара в Чернобыльской зоне отчуждения в апреле 2015 года // Радиационная биология. Радиозащита. 2017. Т. 57, № 5. С. 512–527.
13. Дворник А.А. Радиозащитная оценка влияния пирогенного фактора на вторичное радиоактивное загрязнение прилегающей территории (на примере Гомельской области): автореферат диссертации канд. биол. наук. Гомель, 2014. 26 с.
14. Дворник А.А., Спиров Р.К. Состояние дымовых аэрозолей при сгорании радиоактивных лесных горючих материалов в условиях лабораторного эксперимента // Экологический вестник. 2013. № 2. С. 5–10.
15. Дворник А.А., Дворник А.М., Король Р.А., Гапоненко С.О. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека // Радиация и риск. 2016. Т. 25, № 2. С. 100–108.
16. Kashparov V.A., Lundin S., Kadygrib A.M., et al. Forest fires in the territory contaminated as a result of the Chernobyl accident: radioactive aerosol resuspension and exposure of firefighters // J. of Environ. Radioactivity. 2000. N 51. P. 281–298.
17. Dusha-Gudym S.I. Transport of radioactive materials by wildland fires in the Chernobyl accident zone: how to address the problem // International forest fire news. 2005. N 32. P. 119–125.
18. Душа-Гудым С.И., Огнева С.Е. Методика оценки и расчета выхода загрязненных радионуклидов продуктов горения при лесных пожарах. М.: ВНИИЛМ, 2002. 36 с.
19. Брук Г.Я. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов). Радиационная гигиена. 2017. Т. 10, № 4. С. 73–78. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-73-78.

Поступила: 15.12.2019 г.

**Марченко Татьяна Андреевна** – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник 8 научно-исследовательского центра Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (федеральный центр науки и высоких технологий), Москва, Россия

**Радин Александр Игоревич** – заведующий лабораторией радиационного контроля Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, Москва, Россия

**Раздайков Андрей Николаевич** – заведующий отделом радиационной экологии и экотоксикологии леса Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства. **Адрес для переписки:** 141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15; E-mail: info@roslesrad.ru

**Для цитирования:** Марченко Т.А., Радин А.И., Раздайков А.Н. Ретроспективное и современное состояние лесных территорий приграничных районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению // Радиационная гигиена. 2020. Т. 13, № 2. С. 6-18. DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-2-6-18

## Retrospective and current state of forest territories of the border areas of the Bryansk region exposed to radioactive contamination

Tatyana A. Marchenko <sup>1</sup>, Aleksandr I. Radin <sup>2</sup>, Andrey N. Razdaikov <sup>2</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute on Civil Defence and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center for Science and High Technologies), Moscow, Russia

<sup>2</sup> All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization, Moscow region, Pushkino, Russia

*The aim of the study is to analyze the accumulated data on the study of forest territories of the border regions of the Bryansk region that have been exposed to radioactive contamination for their involvement in economic activity, as well as the possible transfer of radioactive materials in forest fires. The area of recorded and unaccounted forests was estimated according to the "Forest Plan of the Bryansk Region for the period 2019-2028" and the results of the analysis of remote sensing data of the earth, the assessment of radiation pollution – according to the radiation surveys of the forest fund and radioecological monitoring of forests, assessment of cesium-137 content – according to radiation monitoring. In the course of the work, the dynamics of the transition of forests from the range of a high level of radioactive contamination to lower ones from 1991 to 2018 slightly changes the total area of contaminated forests by regions was revealed. Top-level values of cesium-137 content in the main types of forest combustible materials, which a dangerous factor is contributing to a significant increase in the content of radiocesium in atmospheric air and the transfer of radionuclides beyond the limits of radioactive contamination zones in a forest fire. The most radiation-hazardous is the forest litter, which contains more than 70% of the total cesium-137 reserve in forest combustible materials, the values of which reach values of 224 kBq / kg in the Krasnogorsk district of the Bryansk region. The obtained forecast of cesium-137 content in the forest litter by the zones of radioactive contamination of forests in the most polluted areas of the Bryansk region for the period up to 2046 indicates the preservation of a high degree of radioactive contamination of forests in the Krasnogorsk and Novozybkovsky districts after more than 60 years after the Chernobyl accident power plants. Due to the high class of natural fire hazard of forests in the south-west of the Bryansk region and the high risk of fires in contaminated areas, it is necessary to assess the degree of danger in the prevention and suppression of radioactive forest fires, especially criterion of the absorbed dose for workers in order to avoid the deterministic effect.*

**Key words:** radioactive pollution, overcoming the consequences of radiation accidents, protecting the population, radioactive contaminated territory, radioactive forest fires, life safety of the population.

**Andrey N. Razdaikov**

All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization

**Address for correspondence:** Institutskaya ul., 15, Pushkino, Moskovskaya obl., 141200; E-mail: info@roslesrad.ru



## References

1. Izrael YuA, Bogdevich IM, editors. The Atlas of recent and predictable aspects of consequences of Chernobyl accident on polluted territories of Russia and Belarus (ARPA Russia – Belarus). Moscow-Minsk: "Infosphere" Foundation – NIA-Nature. 2009: 140. (In Russian)
2. Practice, problems and prospects of specially protected natural territories of the Republic of Belarus and the Russian Federation: materials of a permanent seminar at the Parliamentary Assembly of the Union of Belarus and Russia (Meeting 29, Brest, June 14-15, 2012). Ed. SG Strelchenko. Minsk, Center for System Analysis and Strategic Studies of the NAS of Belarus. 2012: 336-343. (In Russian).
3. Complex research by social effectivity of maintenance and management of areas in Belarus and Russia: research report (final). ARRISMF, head of work Razdaivodin AN; authors Razdaivodin AN, et al. Pushkino. 2014: 177. GC No 1. Inventory No 1321321 (In Russian).
4. Surveys of resettled (alienated) territories of Russia on their return to economic circulation: report Book 1. ARRISMF, head Razdaivodin AN; authors Razdaivodin AN, et al. Pushkino. 2019:177. GC No 0373100032219000035. Registration No AAAA-A19-119110890058-9 (in Russian).
5. Maradudin II, Razdayvodin AN, Malevich DA, Karbanovich LN. The experience of joint activities of specialists from Belarus and Russia in organizing a unified network of radiation monitoring of forests of the Union State Collection of plenary reports of the International scientific-practical conference "25 years after the Chernobyl disaster. Overcoming its consequences within the framework of the Union State", Gomel, April 12-13, 2011. Gomel. 2011: 29-32. (In Russian).
6. Dusha-Gudym SI. Forest fires on areas, contaminated by radionuclides. Moscow, ARICFR. 1993: 52 (In Russian).
7. Dusha-Gudym SI. Radioactive forest fire. Moscow, ARICFR. 1999: 160 (In Russian).
8. Dusha-Gudym SI. Problems of radioecology of forest. Forest. Human. Chernobyl. Collection of scientific papers of the Forest Institute of the NAS of Belarus – Gomel: FI NAS of Belarus. 2004; 61:98-104 (In Russian).
9. Pazukhin EM, Ogorodnikov BI. The effect of forest fires on the redistribution of radionuclides in the Chernobyl exclusion zone. Collection of scientific papers «Prevention, elimination and consequences of fires on radioactively contaminated lands». Gomel: FI NAS of Belarus. 2002;54: 167-170. (In Russian).
10. Kurbatsky NP. Research on the quantity and properties of forest combustible materials. Voprosy lesnoy pirologii = Questions of forest pyrology. Krasnoyarsk. 1970: 5-58. (In Russian).
11. Radin AI, Maradudin II, Ryabinkov AP, Razdayvodin AN, Belov AA. Issue of radioactive forest fire classification. *Lesnoy vestnik = Forestry Bulletin*. 2019; 23(2): 107-114. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-107-114 (In Russian).
12. Kashparov VA, Mironyuk VV, Zhurba MA, Zibtsev SV, Glukhovskiy AS, Zhukova OM. Radiological Consequences of the Fire in the Chernobyl Exclusion Zone in April 2015. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya = Radiation biology. Radioecology*. 2017;57(5): 512-527 (In Russian).
13. Dvornik AA. Radioecological assessment of the influence of the pyrogenic factor on the secondary radioactive contamination of the adjacent territory (on the example of the Gomel region)]. Avtoref. diss. ... Cand. Sci. (Biological). Gomel. 2014: 26 (In Russian).
14. Dvornik AA, Spirov RK. Status of smoke aerosols during the combustion process of radioactive forest fuel under laboratory conditions. *Ekologicheskii vestnik = Ekologicheskii vestnik*. 2013;2: 5-10 (In Russian).
15. Dvornik AA, Dvornik AM, Korol RA, Gaponenko SO. Radioactive contamination of air as a result of forest fires and its threat to a human health. *Radiatsiya i risk = Radiation and Risk*. 2016;25(2): 100-108. (In Russian).
16. Kashparov VA, Lundin SV, Kadygrib AM, Protsak V, Levchuk SE, Yoschenko V, et al. Forest fires in the territory contaminated as a result of the Chernobyl accident: radioactive aerosol resuspension and exposure of firefighters. *J. of Environ. Radioactivity*. 2000;51: 281-298.
17. Dusha-Gudym SI. Transport of radioactive materials by wild-land fires in the Chernobyl accident zone: how to address the problem. *International forest fire news*. 2005;32: 119-125.
18. Dusha-Gudym SI, Ogneva SE. Method for estimating and calculating the yield of contaminated radionuclides of combustion products in forest fires. Moscow, ARRISMF. 2002:36 (In Russian).
19. Bruk GYa, Romanovich IK, Bazyukin AB, Bratilova AA. The average annual effective doses for the population in the settlements of the Russian Federation attributed to zones of radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 2017. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2017;10(4): 73-78. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-73-78

Received: February 14, 2020

**Tatyana A. Marchenko** – Doctor of medical sciences, professor, lead scientist of the 8th research center of All-Russian Research Institute on Civil Defence and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center for Science and High Technologies), Moscow, Russia

**Aleksandr I. Radin** – Head of the radiation control laboratory of All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization, Moscow region, Pushkino, Russia

**For correspondence: Andrey N. Razdaivodin** – Head of the department of the radiation ecology and ecotoxicology of the forests of All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization (Institutskaya ul., 15, Pushkino, Moskovskaya obl., 141200; E-mail: info@roslesrad.ru)

**For citation: Marchenko T.A., Radin A.I., Razdaivodin A.N. Retrospective and current state of forest territories of the border areas of the Bryansk region exposed to radioactive contamination. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2020. Vol. 13, No 2. P. 6-18. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-2-6-18**