

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

А.И. Радин, И.И. Марадудин, А.П. Рябинков, А.Н. Раздайводин, А.А. Белов

ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», 141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

radin@roslesrad.ru

Рассматривается проблема радиоактивных лесных пожаров. Отмечается необходимость уточнения критериев отнесения лесных пожаров к радиоактивным и создания их классификации. В качестве критерия опасности радиоактивных лесных пожаров используются параметры минимально значимой активности (МЗА) и минимально значимой удельной активности (МЗУА) в лесных горючих материалах (лесной подстилке) для цезия-137, применительно к работающим на кромке пожара. Предлагается подход к классификации радиоактивных лесных пожаров на основе данных о плотности радиоактивного загрязнения лесных участков и типах лесорастительных условий. Предлагается вариант шкалы категорий радиоактивно загрязненных лесных участков и возникающих на них радиоактивных лесных пожаров по степени опасности при осуществлении их профилактики и тушения.

Ключевые слова: цезий-137, лесные горючие материалы, тип лесорастительных условий, лесной пожар радиоактивный

Ссылка для цитирования: Радин А.И., Марадудин И.И., Рябинков А.П., Раздайводин А.Н., Белов А.А. К вопросу о классификации радиоактивных лесных пожаров // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 107–114. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-107-114

Сначала интенсивного использования человеком атомной энергии и ядерных материалов в окружающую среду стало поступать большое количество радионуклидов искусственного происхождения, оказывающих негативное влияние на живые организмы. Основные их источники — ядерные испытания; радиационные аварии и инциденты, в том числе такие крупные аварии, как взрыв на ПО «Маяк» в 1957 г., аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и АЭС «Фукусима» в 2011 г. (6–7 уровни по шкале INES IAEA [1]). Необходимо также отметить большое количество менее крупных инцидентов на предприятиях ядерно-топливного цикла; в организациях, использующих для различных целей радиоизотопы; автономных радиоизотопных термоэлектрических генераторах (РИТЭГ), контроль за которыми частично утрачен. Несмотря на панические настроения в ряде развитых стран, приводящие к частичному отказу от использования атомной энергии (как раз там, где возможно обеспечить достаточный уровень безопасности), все большее количество стран и организаций, отличающихся низкой планетарной ответственностью, получает доступ к радиационно-опасным объектам и ядерным материалам, а также средствам доставки ядерного оружия.

Большинство радиационных аварий и инцидентов характеризуются как «сельские» [2], затрагивающие в большей степени население, занятое в аграрном комплексе и смежных отраслях, искусственные и естественные биоценозы.

Только в результате аварии на ЧАЭС загрязнению радионуклидами подверглась значительная часть Европейской части России, в том числе лесные экосистемы. Фоновые (сформировавшиеся в результате глобальных выпадений от ядерных испытаний и аварий) количества искусственных радионуклидов могут быть обнаружены во всех лесных экосистемах северного полушария.

На сегодняшний день к зонам радиоактивного загрязнения в терминологии действующих нормативно-правовых документов [3, 4] на территории России достоверно отнесено более 1 млн га земель лесного фонда (705,4 тыс. га — загрязнение чернобыльского происхождения и 338,4 тыс. га — Восточно-Уральский радиоактивный след) [5]. Значительный вклад в загрязнение лесов в настоящее время вносит изотоп цезий-137 с периодом полураспада 30 лет.

Загрязненные леса имеют двоякую радиэкологическую роль: с одной стороны, связывают и удерживают от дальнейшего распространения радионуклиды, с другой — сами являются источником радиационной опасности, в первую очередь, при возникновении лесных пожаров. Ситуация усугубляется тем, что в отличие от агро- и урбо-экосистем на лесных землях крайне затруднены активные защитные мероприятия [6–11].

Цель работы

В работе рассматривается проблема радиоактивных лесных пожаров, их классификация по степени опасности и необходимости применения защитных мероприятий.

Материалы и методы

Определение радиоактивного лесного пожара впервые дано С.И. Душа-Гудымом [11] и закреплено в ГОСТ Р 22.1.09–99: «Радиоактивный лесной пожар — 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» [8]. Поскольку в лесных горючих материалах (ЛГМ) практически всегда присутствуют естественные и техногенные радионуклиды, необходимо уточнить, что под источниками ионизирующего излучения понимаются объекты, удовлетворяющие действующим критериям нормирования. Для основного дозобразующего радионуклида — цезия-137 — на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) предусматривают особые условия работ с источниками ионизирующего излучения при одновременном превышении минимально значимой активности (МЗА) свыше 10 Бк/г и минимально значимой удельной активности (МЗУА) более 10 000 Бк [9, 10].

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 авторов статьи, 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 исследователей (С.И. Душа-Гудым, А.М. Дворник, В.А. Кашпаров и др.) приводят экспериментальные данные о содержании радионуклидов в воздухе на кромке пожара ниже уровней, установленных рекомендациями МАГАТЭ и национальными нормами радиационной безопасности [11–17]. Однако отмечается глобальный перенос цезия-137 в северном полушарии вследствие лесных пожаров [18], а суммарный выход активности в газоаэрозолях при пожаре может достигать в различных условиях до 1500 МБк/га и более [19]. При этом участники тушения работают в непосредственном контакте с объектами (ЛГМ, зола, недожог и т. п.) превышающими значения МЗА и МЗУА по цезию-137 на рабочем месте. Работающие на тушении пожара часто проживают в зонах радиоактивного загрязнения, испытывая дополнительную дозовую нагрузку от

внешнего и внутреннего облучения, не будучи отнесенным к категории персонала (в терминологии НРБ-99/2009) [20].

В большинстве случаев на загрязненных лесных землях проведено поквартальное радиационное обследование, определена плотность радиоактивного загрязнения лесных почв и осуществлено отнесение к зонам радиоактивного загрязнения [4]. Предположительно, может быть установлена зависимость между плотностью загрязнения почвы и содержанием радионуклида в ЛГМ, депонирующих его основную часть.

Применительно к радиоактивным лесным пожарам, С. И. Душа-Гудым выделяет ЛГМ полога древостоя и ЛГМ напочвенного покрова и лесной подстилки [11].

Удельная активность цезия-137 в ЛГМ полога древостоя, по экспериментальным данным, может достигать 10 Бк/г только в зоне крайне высокого радиоактивного загрязнения (свыше 40 Ки/км²). В большинстве случаев их загрязнение не превышает 3 Бк/г сухого веса. Кроме того, большая часть этих материалов участвует в горении преимущественно при верховых пожарах.

Лесные горючие материалы напочвенного покрова и лесной подстилки включают травы и кустарнички, мхи, лишайники, опад, валеж (мелкие ветви) [11]. Содержание цезия-137 в опаде и валеже соответствует таковому в надземных ЛГМ. Несколько выше оно в растениях напочвенного покрова. Наиболее загрязненным компонентом ЛГМ является лесная подстилка. Удельная активность цезия-137 в подстилке в 10 и более раз выше, чем в остальных ЛГМ (за исключением сильно накапливающих радионуклиды видов растений напочвенного покрова). Содержание цезия-137 в подстилке может превышать 10 Бк/г уже в зоне низкого радиоактивного загрязнения. При этом в благоприятных условиях сгорание лесной подстилки может происходить практически полностью [21].

Лесная подстилка является наиболее критичным ЛГМ по содержанию цезия-137 и запасу на единицу площади лесного участка. Другие виды горючих материалов содержат, в общей сложности, не более 20–30 % активности в ЛГМ, что связано либо с существенно меньшей удельной активностью радионуклида в них, либо с массовой долей в общем составе ЛГМ.

Методика исследования

На основе материалов базы данных наблюдений отдела радиационной экологии и пирологии ФБУ ВНИИЛМ за 2002–2017 гг., а также данных многолетнего мониторинга радиационной обстановки на стационарных участках Союзного государства (ФБУ ВНИИЛМ) и Рослесхо-

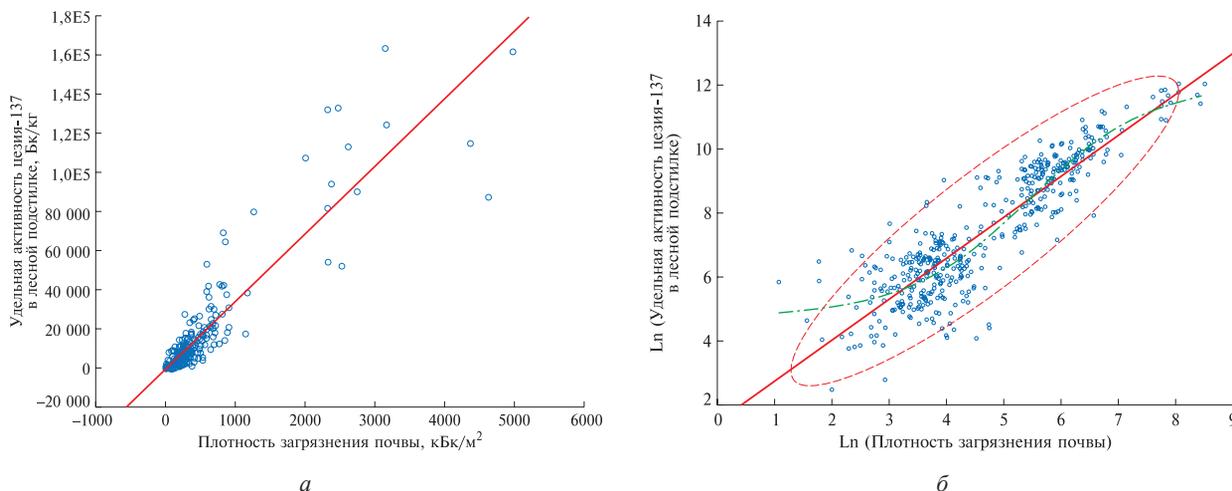


Рис. 1. Диаграмма связи удельной активности цезия-137 в лесной подстилке с плотностью загрязнения почвы: *a* — исходные значения ($y = -563,17 + 34,65x; r = 0,91; p = 0,0000; r^2 = 0,83$); *б* — логарифмированные значения ($y = 1,46 + 1,27x; r = 0,89; p = 0,0000; r^2 = 0,79$; $y = 4,75 + (12,04 - 4,75)/(1 + 10((5,43 - x)0,4))$)

Fig. 1. The Scatterplot of the relationship between the specific activity of cesium-137 in forest litter with the density of soil contamination: *a* — source values; *б* — logarithmic values

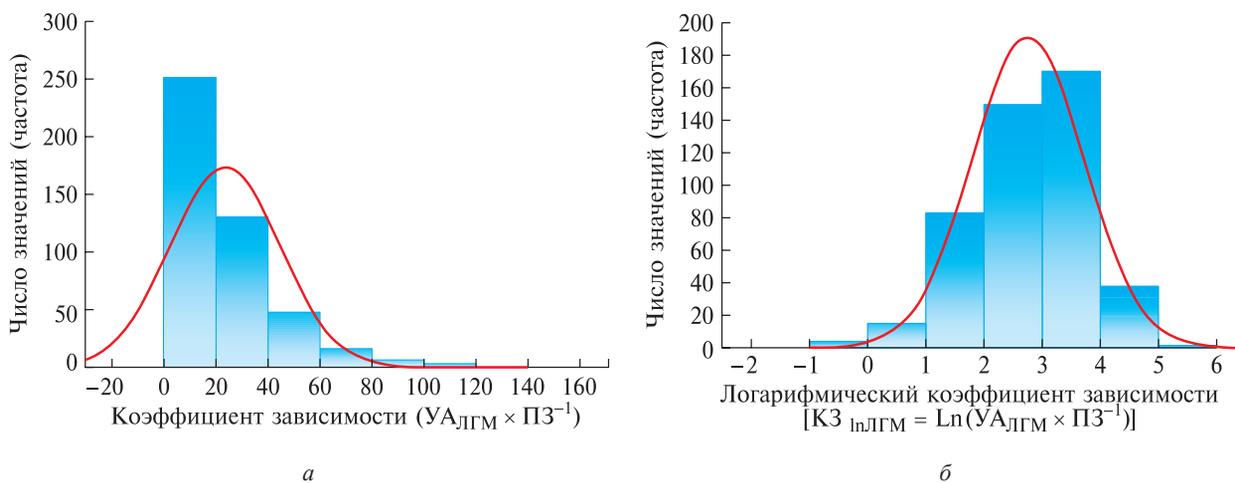


Рис. 2. Гистограмма распределения значений коэффициента зависимости удельной активности цезия-137 в лесной подстилке к плотности загрязнения почвы: *a* — исходные значения; *б* — логарифмированные значения; — кривая нормального распределения

Fig. 2. The distribution histogram of values of the coefficient of the dependence of the specific activity of cesium-137 in forest litter to the density of soil contamination: *a* — source values; *б* — logarithmic values; — normal distribution curve

за (ФБУ «Рослесозащита») была исследована связь содержания цезия-137 в лесной подстилке с плотностью радиоактивного загрязнения лесных участков [22].

Из рис. 1 видно, что эта связь хорошо выражена. Наиболее показательна она при сопоставлении натуральных логарифмов фактических значений и хорошо аппроксимируется кривой «доза — эффект» (рис. 1, б).

На следующем этапе было исследовано влияние типов лесорастительных условий (ТЛУ) на содержание цезия-137 в лесной подстилке. Был рассчитан коэффициент зависимости его содержания в лесной подстилке от плотности

загрязнения почвы. Однако первичный анализ гистограммы распределения цезия-137 (рис 2, а) показал, что оно не является нормальным. Для обеспечения корректности статистического анализа использовался расчетный логарифмический коэффициент зависимости $KЗ_{\lnЛГМ}$, представляющий собой натуральный логарифм отношения удельной активности цезия-137 в лесной подстилке к плотности загрязнения почвы на соответствующем лесном участке:

$$KЗ_{\lnЛГМ} = \text{Ln} (УА_{ЛГМ} \times ПЗ^{-1}),$$
 где $УА_{ЛГМ}$ — удельная активность цезия-137 в ЛГМ, Бк/кг; $ПЗ$ — плотность загрязнения почвы цезием-137, кБк/м².

Как следует из рис. 2, б, распределение $KZ_{\text{ЛЛГМ}}$ близко к Гауссову смешанному и к нему могут быть применены основные статистические методы.

Результаты и обсуждение

В результате анализа выявлены существенные отличия значений $KZ_{\text{ЛЛГМ}}$ в зависимости от трофического ряда лесорастительных условий (рис. 3). Хорошо выделяются две группы: А–В и С–D [22].

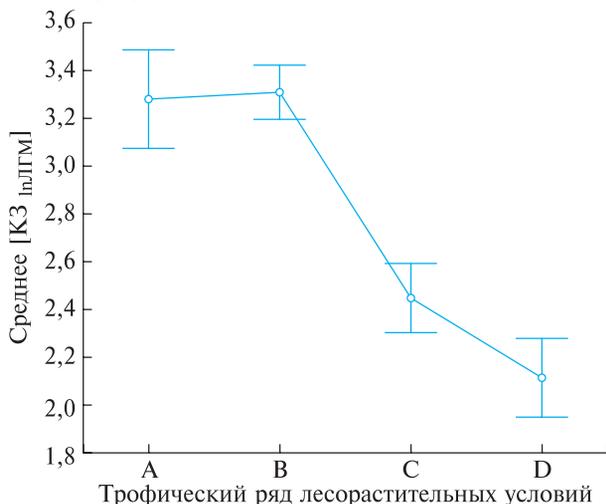


Рис. 3. Диаграмма интервалов средних (\bar{x}) логарифмического коэффициента зависимости ($KZ_{\text{ЛЛГМ}}$) с учетом от трофического ряда лесорастительных условий (для 95 % доверительного интервала)

Fig. 3. The Range Plot of Mean (\bar{x}) logarithmic coefficient of the dependence, taking in to the trophic scale of forest growth conditions (for 95 % confidence interval)

Установлено, что в группе типов лесорастительных условий А–В значение верхней границы 95 % доверительного интервала $KZ_{\text{ЛЛГМ}}$ составляет примерно 3,48, а для С–D — приблизительно 2,59. Соответственно, в группе А–В содержание цезия-137 в лесной подстилке будет достоверно ниже МЗУА (10 Бк/г) при плотности загрязнения почвы 8,3 Ки/км² (306,9 кБк/м²), а для группы С–D 20,2 Ки/км² (748,1 кБк/м²) [22].

Поскольку запас лесной подстилки варьируется в диапазоне 0,9–25 тыс. га, в большинстве случаев при МЗУА > 10 Бк/г можно считать одновременно выполненным условие МЗА > 10 000 Бк [22].

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать следующее: с учетом того, что мозаичность загрязнения почвы варьируется в диапазоне 3–6 [23], а коэффициент озоления для лесной подстилки составляет приблизительно 3,0. Уже при плотности загрязнения почвы свыше 1 Ки/км² (37 кБк/м²) возможно образование золы и недожога с удельной активностью цезия-137 свыше 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м², что превышает значения МЗА и МЗУА для ионизирующих источников на

рабочих местах [3, 10]. Следовательно, к радиоактивным могут быть отнесены все лесные пожары в зонах радиоактивного загрязнения цезием-137.

Предлагается выделять 4 категории радиоактивно загрязненных лесных участков и возникающих на них радиоактивных лесных пожаров по степени опасности при осуществлении их профилактики и тушения:

1 — низкая опасность. Все лесные горючие материалы имеют удельную активность по цезию-137 ниже 10 Бк/г. На отдельных участках пожара возможно образование продуктов горения с удельной активностью цезия-137 свыше 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м². Содержание цезия-137 в аэрозольных и газообразных продуктах горения ниже допустимой объемной активности для населения ($ДОА_{\text{нас}}$) 27 Бк/м³. На этих участках работы по профилактике лесных пожаров не требуют специальных защитных мероприятий; необходим коллективный дозиметрический контроль и учет накопленных доз работающих на кромке пожара;

2 — средняя опасность. Лесная подстилка и отдельные виды других ЛГМ могут превышать удельную активность по цезию-137 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м². При пожаре образуются продукты горения с удельной активностью цезия-137 свыше 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м². Работы по профилактике и тушению лесных пожаров требуют специальных защитных мероприятий; необходим коллективный или индивидуальный дозиметрический контроль и учет накопленных доз при выполнении работ по профилактике и тушению лесных пожаров;

3 — высокая опасность. Лесная подстилка превышает удельную активность по цезию-137 50 Бк/г, другие виды ЛГМ могут превышать удельную активность по цезию-137 10 Бк/г. При пожаре образуются продукты горения с удельной активностью цезия-137 свыше 100 Бк/г в количестве более 1 кг/м². При работах по профилактике и тушению лесных пожаров высока вероятность превышения предела дозы для населения ($ПД_{\text{нас}}$) — 1 м³ в за один пожароопасный сезон. Работы по профилактике и тушению лесных пожаров требуют специальных защитных мероприятий; необходим индивидуальный дозиметрический контроль и учет накопленных доз при выполнении работ по профилактике и тушению лесных пожаров;

4 — крайне высокая опасность. Предполагаемая поглощенная доза у работающих на тушении пожара за двое суток достигает уровня, при превышении которой возможны детерминированные эффекты (1 Гр на все тело). Соответствует условиям радиационной аварии; определяется по данным оперативного радиационного контроля при работах по тушению лесных пожаров.

При упрощенном подходе этим категориям можно сопоставить зоны радиоактивного загрязнения в соответствии с приказом МПР Российской Федерации от 8 июня 2017 г. № 283 «Об утверждении Особенности...» [4].

Возможно уточнение критериев отнесения участков к категориям 1 и 2 с использованием данных о преобладающих лесорастительных условиях.

В таком случае, к категории 1 будут отнесены участки в лесорастительных условиях А–В до 300 кБк/м² (8,1 Ки/км²) и с преобладанием ТЛУ С–D — с плотностью загрязнения почвы до 750 кБк/м² (20,3 Ки/км²); к категории 2 — участки с плотностью загрязнения почвы до 1480 кБк/м² (40 Ки/км²); к категории 3 — участки с плотностью загрязнения почвы свыше 1480 кБк/м² (свыше 40 Ки/км²); 4 категория вводится на случай возникновения пожаров на наиболее загрязненных участках в зоне крайне высокого загрязнения.

Выводы

Лесная подстилка является наиболее критичным ЛГМ по содержанию цезия-137 и запасу на единицу площади лесного участка. Анализ большого объема данных показывает достоверную связь загрязнения лесной подстилки с плотностью загрязнения почвы. С учетом данных о запасе лесной подстилки, концентрации радионуклидов при ее сгорании и неоднородности загрязнения, требования радиационной безопасности могут быть нарушены во всех зонах радиоактивного загрязнения, а лесные пожары на этих территориях отнесены к радиоактивным.

Выявлена достоверная зависимость содержания цезия-137 в лесной подстилке от типа лесорастительных условий. В наибольшей степени загрязнена лесная подстилка в лесорастительных условиях А–В, что уже при плотности загрязнения почвы свыше 8,3 Ки/км² (306,9 кБк/м²) требует специальных мер обеспечения радиационной безопасности при проведении работ по профилактике лесных пожаров.

На основе полученных результатов предлагается классификация радиоактивных лесных пожаров по степени опасности и необходимости применения защитных мероприятий.

Предложенный подход применим для лесных территорий, загрязненных в результате аэральных выпадений радионуклидов с преобладанием в составе цезия-137 на восстановительной стадии аварии и в ситуации постепенного возвращения к условиям нормальной жизнедеятельности. В условиях острой стадии аварии загрязнения с преобладанием других радионуклидов и путей их поступления в лесные экосистемы предлагаемая классификация может потребовать существенной доработки.

Список литературы

- [1] Международная шкала оценки опасности событий на АЭС // Атомная энергия, 1991. Т. 70. Вып. 1. С. 3–8.
- [2] Алексахин Р.М. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / под ред. Л.А. Ильина, В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.
- [3] Закон РФ от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5323/ (дата обращения 25.02.2019).
- [4] Приказ МПР Российской Федерации от 8 июня 2017 г. № 283 «Об утверждении Особенности осуществления профилактических и реабилитационных мероприятий в зонах радиоактивного загрязнения лесов». URL: <https://rg.ru/2017/08/22/minprirodi-prikaz283-site-dok.html> (дата обращения 25.02.2019).
- [5] Раздайков И.И., Марадудин И.И. Современные аспекты радиационной безопасности в лесах Российской Федерации // ВНИИЛМ — 80 лет научных исследований: сборник статей, посвященный 80-летию ВНИИЛМ / под ред. А.А. Мартынюка, С.А. Родина. М.: ВНИИЛМ, 2014. С. 167–183.
- [6] Руководство по применению контролер в сельском хозяйстве в случае аварийного выброса радионуклидов в окружающую среду. Вена: МАГАТЭ, 1994. 104 с.
- [7] Рябинков А.П. Развитие идей радиационной пирологии леса // ВНИИЛМ — 80 лет научных исследований: сборник статей, посвященный 80-летию ВНИИЛМ / под ред. А.А. Мартынюка, С.А. Родина. М.: ВНИИЛМ, 2014. С. 183–193.
- [8] ГОСТ Р 22.1.09–99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования. Введ. 01.01.2000 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 10 с.
- [9] СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009), утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 7 июля 2009 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170553> (дата обращения 25.02.2019).
- [10] СП 2.6.1.2612–10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010), утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 40 от 26 апреля 2010 г. URL: <http://base.garant.ru/12177986/> (дата обращения 25.02.2019).
- [11] Душа-Гудым С.И. Радиоактивные лесные пожары. М.: ВНИИЩлесресурс, 1999. 160 с.
- [12] Кашпаров В.А., Миронюк В.В., Журба М.А., Зибцев С.В., Глуховский А.С., Жукова О.М. Радиологические последствия пожара в Чернобыльской зоне отчуждения в апреле 2015 года // Радиационная биология. Радиоэкология, 2017. Т. 57. № 5. С. 512–527.
- [13] Дворник А.А. Радиоэкологическая оценка влияния пирогенного фактора на вторичное радиоактивное загрязнение прилегающей территории (на примере Гомельской области) / Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Гомель: УО ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. 26 с.
- [14] Дворник А.А., Спиридов 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.V., Kadygrib A.M. 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, no. 51, pp. 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, no. 32, pp. 119–125.
- [18] Gerhard Wotawa, Becker A., D'Amorus R., De Geer L.E., Jean M., Servranskx R., Ungar K. Wildfires and the Global-Scale Cesium-137 Background Activity // *Intern. Conf. «Wildfires and Human security — Fire Management of Terrain Contaminated by Radioactivity, Unexploded Ordnance (UXO) and Land Mines»*, Kiev, Chernobyl, Ukraine, 6–8 October. Kiev: GFMC, 2009, pp. 30–31.
- [19] Душа-Гудым С.И., Огнева С.Е. Методика оценки и расчета выхода загрязненных радионуклидов продуктов горения при лесных пожарах. М.: ВНИИЛМ, 2002. 36 с.
- [20] Средние годовые эффективные дозы облучения в 2001 г. жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 года «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (для целей зонирования населенных пунктов) / под ред. Г.Я. Брука. М.: Минздрав России, 2002. 178 с.
- [21] Арцыбашев Е.С. Лесные пожары и борьба с ними. М.: Лесная промышленность, 1974. 152 с.
- [22] Радин А.И., Раздайводин А.Н., Ромашкин Д.Ю., Белов А.А., Марадудин И.И. Радиационно-пирологическая оценка лесных участков на основе национальной нормативно-правовой базы // *Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, на современном этапе»*, г. Хойники, ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», 26–27 июля 2018 г. / под ред. М.В. Кудина. Хойники: ГПНИУ «ПГРЭС», 2018. С. 128–132.
- [23] Радин А.И., Раздайводин А.Н., Ромашкин Д.Ю. Изменчивость содержания ^{137}Cs в плодовых телах видов рода сыроежка (*Russula Pers.*) // Сб. ст. «Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса». Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. С. 135–143.

Сведения об авторах

Радин Александр Игоревич — зав. лабораторией радиационного контроля ФБУ ВНИИЛМ, radin@roslesrad.ru

Марадудин Иван Иванович — д-р биол. наук, профессор, гл. науч. сотр. отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Рябинков Александр Петрович — канд. с.-х. наук, старший науч. сотрудник, вед. науч. сотрудник отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Раздайводин Андрей Николаевич — зав. отделом радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Белов Артем Анатольевич — канд. биол. наук, старший науч. сотрудник отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Поступила в редакцию 20.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

ISSUE OF RADIOACTIVE FOREST FIRE CLASSIFICATION

A.I. Radin, I.I. Maradudin, A.P. Ryabinkov, A.N. Razdaivodin, A.A. Belov

All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), 15, Institutskaya st., 141200, Pushkino, Moscow reg., Russia

radin@roslesrad.ru

The article deals with the problem of radioactive forest fires. Authors noted a need to clarify the qualification criteria of forest fires as radioactive and creating their classification. As a criterion for the hazard of radioactive forest fires, the parameters of the minimum significant activity (MSA) and the minimum significant specific activity (MSSA) in forest fuel (combustible) materials (forest litter) for cesium-137 are used, as applied to the fire edge. An approach is proposed for classifying radioactive forest fires on the basis of data on the density of radioactive contamination of forest areas and types of forest conditions. A variant of the scale of categories of radioactively contaminated forest sites and radioactive forest fires (the hazard levels for the prevention and extinguishing radioactive forest fires) is proposed.

Keywords: cesium-137, forest fuel materials (FFM), forest growing conditions type, radioactive forest fire

Suggested citation: Radin A.I., Maradudin I.I., Ryabinkov A.P., Razdaivodin A.N., Belov A.A. *K voprosu o klasifikatsii radioaktivnykh lesnykh pozharov* [Issue of radioactive forest fire classification]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 107–114. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-107-114

References

- [1] *Mezhdunarodnaya shkala otsenki opasnosti sobyitiy na AES* [International Nuclear Event Scale] // *Atomnaya energiya*, 1991, v. 70, iss. 1, pp. 3–8.
- [2] Aleksakhin R.M. *Krupnye radiatsionnye avarii: posledstviya i zashchitnye mery* [Major radiation accidents: consequences and protective arrangements]. Ed. L.A. Il'in, V.A. Gubanov. Moscow: IzdAT, 2001, 752 p.
- [3] *Zakon RF ot 1 maya 1991 g. № 1244-1 «O sotsial'noy zashchite grazhdan, podvergnutyykh vozdeystviyu radiatsii vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoy AES»* [Law of the Russian Federation of May 15, 1991, no. 1244-1 «On the social protection of citizens exposed to radiation due to the Chernobyl accident»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5323/ (accessed 25.02.2019).
- [4] *Prikaz MPR Rossiyskoy Federatsii ot 8 iyunya 2017 g. № 283 «Ob utverzhdenii Osobennostey osushchestvleniya profilakticheskikh i reabilitatsionnykh meropriyatiy v zonakh radioaktivnogo zagryazneniya lesov»* [Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation of June 8, 2017, no. 283 «On the Approval of the Features of the Implementation of Preventive and Rehabilitation arrangements in the Areas of Radioactive Forest Pollution»]. Available at: <https://rg.ru/2017/08/22/minprirodi-prikaz283-site-dok.html> (accessed 25.02.2019).
- [5] Razdayvodin A.N., Maradudin I.I. *Sovremennye aspekty radiatsionnoy bezopasnosti v lesakh Rossiyskoy Federatsii* [Modern aspects of radiation security in Russian Federation forests]. VNIILM — 80 let nauchnykh issledovaniy: sbornik statey, posvyashchenny 80-letiyu VNIILM. Ed. A.A. Martynyuk, S.A. Rodin. Moscow: VNIILM, 2014, pp. 167–183.
- [6] *Rukovodstvo po primeniyu kontrmer v sel'skom khozyaystve v sluchae avariynogo vybrosa radionuklidov v okruzhayushchuyu sredu* [Guidelines for Agricultural Countermeasures that Can Be Taken Following an Accidental Release of Radionuclides]. Vena: MAGATE, 1994, 104 p.
- [7] Ryabinkov A.P. *Razvitiye idey radiatsionnoy pirologii lesa* [Development of radiological forest pyrology ideas]. VNIILM — 80 let nauchnykh issledovaniy: sbornik statey, posvyashchenny 80-letiyu VNIILM/ Ed. A.A. Martynyuk, S.A. Rodin. Moscow: VNIILM, 2014, pp. 183–193.
- [8] *GOST R 22.1.09–99. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh. Monitoring i prognozirovaniye lesnykh pozharov. Obshchie trebovaniya. Vved. 01.01.2000 g.* [Safety in emergencies. Monitoring and forecasting of forest fires. General requirements. State Standard of the Russian Federation. 01.01.2000]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 1999, 10 p.
- [9] *SanPiN 2.6.1.2523–09. Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-99/2009)* [Radiation safety standards], utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF № 47 ot 7 iyulya 2009 g. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902170553> (accessed 25.02.2019).
- [10] *SP 2.6.1.2612–10. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti* [SP 2.6.1.2612–10. Basic sanitary regulations for the radiation safety], utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF № 40 ot 26 aprelya 2010 g. Available at: <http://base.garant.ru/12177986/> (accessed 25.02.2019).
- [11] Dusha-Gudym S.I. *Radioaktivnye lesnye pozhary* [Radioactive forest fires]. Moscow: VNIIClesresurs, 1999, 160 p.
- [12] Kashparov V.A., Mironyuk V.V., Zhurba M.A., Zibtsev S.V., Glukhovskiy A.S., Zhukova O.M. *Radiologicheskie posledstviya pozhara v chernobyl'skoy zone otchuzhdeniya v aprele 2015 goda* [Radiological Consequences of the Fire in the Chernobyl Exclusion Zone in April 2015]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2017, v. 57, no. 5, pp. 512–527.
- [13] Dvornik A.A. *Radioekologicheskaya otsenka vliyaniya pirogennogo faktora na vtorichnoe radioaktivnoe zagryaznenie prilagayushchey territorii (na primere Gomel'skoy oblasti)* [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': UO GGU im. F. Skoriny, 2014, 26 p.
- [14] Dvornik A.A., Spirov R.K. *Sostoyaniye dymovykh aerozoley pri sgoranii radioaktivnykh lesnykh goryuchikh materialov v usloviyakh laboratornogo eksperimenta* [Status of smoke aerosols during the combustion process of radioactive forest fuel under laboratory conditions]. *Ekologicheskiy vestnik*, 2013, no. 2, pp. 5–10.
- [15] Dvornik A.A., Dvornik A.M., Korol' R.A., Gaponenko S.O. *Radioaktivnoe zagryaznenie vozdukh v rezul'tate lesnykh pozharov i ego opasnost' dlya zdorov'ya cheloveka* [Radioactive contamination of air as a result of forest fires and its threat to a human health]. *Radiatsiya i risk*, 2016, v. 25, no. 2, pp. 100–108.

- [16] Kashparov V.A., Lundin S.V., Kadygrib A.M. 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, no. 51, pp. 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, no. 32, pp. 119–125.
- [18] Gerhard Wotawa, Becker A., D'Amorus R., De Geer L.E., Jean M., Servranskx R., Ungar K. Wildfires and the Global-Scale Cesium-137 Background Activity. Intern. Conf. «Wildfires and Human security — Fire Management of Terrain Contaminated by Radioactivity, Unexploded Ordnance (UXO) and Land Mines», Kiev, Chernobyl, Ukraine, 6–8 October. Kiev: GFMC, 2009, pp. 30–31.
- [19] Dusha-Gudym S.I., Ogneva S.E. *Metodika otsenki i rascheta vykhoda zagryaznennykh radionuklidov produktov goreniya pri lesnykh pozharakh* [Method for estimating and calculating the yield of contaminated radionuclides of combustion products in forest fires]. Moscow: VNIILM, 2002, 36 p.
- [20] *Srednie godovye effektivnye dozy oblucheniya v 2001 g. zhiteley naseleennykh punktov Rossiyskoy Federatsii, otnesennykh k zonam radioaktivnogo zagryazneniya v sootvetstvi s postanovleniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii № 1582 ot 18 dekabrya 1997 goda «Ob utverzhenii Perechnya naseleennykh punktov, nakhodyashchikhsya v granitsakh zon radioaktivnogo zagryazneniya vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoy AES» (dlya tseley zonirovaniya naseleennykh punktov)* [Average annual effective doses in 2001 of inhabitants of settlements of the Russian Federation, referred to the zones of radioactive contamination in accordance with the Resolution of the Government of the Russian Federation no. 1582 of December 18, 1997 «On Approval of the List of Settlements Located within the Radiation Contamination Zones due to the Catastrophe in Chernobyl NPP» (for the purposes of zoning settlements)]. Ed. G.Ya. Bruk. Moscow: Minzdrav Rossii, 2002, 178 p.
- [21] Artsybashev E.S. *Lesnye pozhary i bor'ba s nimi* [Forest fires and their control]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1974, 152 p.
- [22] Radin A.I., Razdayvodin A.N., Romashkin D.Yu., Belov A.A., Maradudin I.I. *Radiatsionno-pirologicheskaya otsenka lesnykh uchastkov na osnove natsional'noy normativno-pravovoy bazy* [Radiation-pyrological estimation of forest sites on the basis of the national legal framework]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy razvitiya territoriy, postradavshikh v rezul'tate katastrofy na chernobyl'skoy AES, na sovremennom etape»*, g. Khoyniki, GPNUI «Poleskiy gosudarstvennyy radiatsionno-ekologicheskii zapovednik», 26–27 iyulya 2018 g. Ed. M.V. Kudin. Khoyniki: GPNUI «PGREZ», 2018. C. 128–132.
- [23] Radin A.I., Razdayvodin A.N., Romashkin D.Yu. *Izmenchivost' soderzhaniya ¹³⁷Cs v plodovykh telakh vidov roda syroezhka (Russula Pers.)* [Variability of ¹³⁷Cs concentration in fruiting bodies of fungi genus *Russula* Pers.]. *Sb. «Sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya nedrevesnykh resursov lesa»*. Pushkino: VNIILM, 2014, pp. 135–143.

Authors' information

Radin Alexander Igorevich — Head of the Radiation Control Laboratory, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), radin@roslesrad.ru

Maradudin Ivan Ivanovich — Dr. Sci. (Biological), Professor, Researcher-in-Chief of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), info@roslesrad.ru

Ryabinkov Alexandr Petrovich — Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), info@roslesrad.ru

Razdaivodin Andrei Nikolaevich — Head of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), razdaivodin@roslesrad.ru

Belov Artem Anatolievich — Cand. Sci. (Biological), Senior Researcher of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), info@roslesrad.ru

Received 20.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.