

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 77–88.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 77–88.

Научная статья

УДК 630.43

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.009

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Роман Константинович Калинин¹, Михаил Валерьевич Ивашнев²,
Алексей Сергеевич Васильев³

^{1, 2, 3} Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

¹ komers.for@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5863-0564>

² ivashnev.mv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7780-9922>

³ alvas@petsru.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2349-5600>

Аннотация. Республика Карелия является многолесным субъектом Российской Федерации, в котором, к сожалению, происходит большое число лесных пожаров. Лесные пожары ежегодно наносят огромный экологический и экономический ущерб Республике Карелия. Лесные насаждения по площади и запасу преимущественно представлены хвойными породами. В настоящей работе проведен анализ динамики лесных пожаров в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг. Исходными данными служила статистическая информация о лесных пожарах и погодных условиях в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг., по данным Главного управления МЧС России по Республике Карелия, на основе ежегодных докладов о состоянии защиты населения и территории Республики Карелия от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также информация о средней температуре и осадкам, по данным Карельского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Проанализированы выявленные закономерности и связи между статистическими показателями ущерба и площади, пройденной лесными пожарами. Масштабы материального (экономического) ущерба оцениваются около 1,2 млн руб. на один пожар. На каждый природный пожар в среднем приходилась площадь, равная 17 га. Установлено, что возникновение природных пожаров происходит ежегодно на территории всей Карелии. В большей степени количество и площадь пожаров определяются погодными условиями летнего периода. Также возникновение лесных пожаров зависит от наличия и скопления лесных горючих материалов и соблюдения населением правил пожарной безопасности.

Ключевые слова: лесной пожар, площадь пожара, экономический ущерб, корреляционная зависимость

Для цитирования: Калинин Р. К., Ивашнев М. В., Васильев А. С. Динамика лесных пожаров на территории Республики Карелия // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 77–88.

Original article

DYNAMICS OF FOREST FIRES IN THE REPUBLIC OF KARELIA

Roman K. Kalinin¹, Mikhail V. Ivashnev², Alexey S. Vasiliev³

^{1,2,3} Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

¹ komers.for@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5863-0564>

² ivashnev.mv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7780-9922>

³ alvas@petrsu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2349-5600>

Abstract. The Republic of Karelia is a region abundant in diverse forests within the Russian Federation, unfortunately experiencing a substantial number of forest fires. These annual occurrences inflict significant ecological and economic damage upon the Republic of Karelia. The forested areas, both in terms of extent and stock, predominantly consist of coniferous species. This study undertakes an analysis of the dynamics of forest fires in the Republic of Karelia from 2009 to 2021. The primary data source comprises statistical information on forest fires and meteorological conditions in the Republic of Karelia during this period, obtained from the Main Directorate of the Russian Emergencies Ministry in the Republic of Karelia based on annual reports on the state of protection of the population and territory of the Republic of Karelia from natural and man-made emergencies. Additionally, information on average temperature and precipitation is sourced from the Karelian Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. The study delves into identifying patterns and connections between statistical indicators of damage and the extent covered by forest fires. The scale of material (economic) damage from a single fire amounted to approximately 1.2 million rubles per incident. On average, each natural fire covered an area of 17 hectares. It was established that natural fires occur annually throughout the entirety of Karelia, with the quantity and extent of fires predominantly influenced by the weather conditions during the summer period. The occurrence of forest fires is also contingent upon the presence and accumulation of combustible forest materials, as well as compliance with fire safety regulations by the population.

Keywords: forest fire, fire area, economic damage, correlation dependence

For citation: Kalinin R. K., Ivashnev M. V., Vasiliev A. S. Dynamics of forest fires in the Republic of Karelia // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 77–88.

Введение

Республика Карелия расположена на северо-западе Российской Федерации и входит в состав Северо-Западного федерального округа. Территория Республики Карелия занимает 180,5 тыс. км², что составляет 1,06 % территории Российской Федерации (Республика Карелия в цифрах, 2022). Территория республики представляет собой холмистую равнину с множеством озер, плоских и возвышенных скал. Сравнительно влажный и холодный климат при преобладании атмосферных осадков над испарением создают условия для формирования двух основных почвообразовательных процессов: подзолистого и болотного. Под хвойными

и хвойно-лиственными лесами формируются подзолистые почвы. Основные черты таких почв включают низкое содержание гумуса и элементов питания растений, кислую среду, а также неблагоприятные влажно-воздушные и тепловые условия.

Общая площадь лесов Республики Карелия составляет 14471,7 тыс. га, из них 4616,7 тыс. га – защитные леса; 9855,0 тыс. га – эксплуатационные леса. Территория Республики Карелия относится к таежной лесорастительной зоне и двум лесным районам – Карельскому северо-таежному и Карельскому таежному. Сравнительная характеристика двух лесных районов представлена в табл. 1 (Лесной план..., 2018).

Таблица 1
Table 1Сравнительная характеристика лесных районов Республики Карелия
Comparative characteristics of the forest areas of the Republic of Karelia

Показатели Indicators	Карельский северо-таежный Karelian North Taiga	Карельский таежный Karelian Taiga
Общая площадь лесов, тыс. га Total forest area, thousand hectares	8646,2	6270,2
Общий запас древесины, % Total wood stock, %	40	60
Средний запас насаждений на 1 га, м ³ /га Average stock of plantings per 1 ha, m ³ /ha	83	133

Основные лесообразующие породы на территории Республики Карелия представлены в табл. 2 (Лесной план..., 2018).

Лесные насаждения по площади и запасу преимущественно представлены хвойными породами. Прочие лесообразующие породы представлены кедром и лиственницей искусственного происхождения, а также ольхой серой и ольхой черной естественного происхождения.

Лесные пожары являются одним из основных факторов, вызывающих ослабление, деградацию и гибель насаждений. Большинство крупных пожаров возникает в Карельском северо-таежном лесном районе.

Вследствие низкой плотности населения, слабо развитой дорожной сети своевременная доставка сил и средств пожаротушения в указанных районах затруднена.

Таблица 2
Table 2Лесообразующие породы на территории Республики Карелия
Dominant tree species in the territory of the Republic of Karelia

Основные породы The main breeds	Площадь Square		Запас Reserve	
	тыс. га thousand hectares	%	млн м ³ million m ³	%
Сосна Pine	6106,6	64,1	596,4	58,3
Ель Fir	2281,9	24,0	294,4	28,8
Береза Birch tree	1045,5	11,0	117,1	11,5
Осина Aspen	68,5	0,7	12,2	1,2
Прочие* Others*	20,6	0,2	2,3	0,2
Всего Total	9523,1	100	1022,4	100

* Кедр, лиственница, ольха серая, ольха черная.

* Cedar, larch, gray alder, black alder.

Лесные пожары ежегодно наносят огромный экологический и экономический ущерб не только в Российской Федерации, но и на территориях стран с похожими климатическими условиями (Hall R. J. et al., 2020).

Вся территория Республики Карелия относится к зоне авиационного мониторинга лесов. По способам применения сил и средств территория разделена на районы наземной и авиационной охраны. К району применения наземных сил и средств относится 53 % территории лесного фонда (территории, куда возможно доставить силы и средства пожаротушения наземным транспортом за время до трех часов). Зона преимущественного применения авиационных сил и средств пожаротушения составляет порядка 47 % территории.

В 2021 г. непростая ситуация, связанная с лесными пожарами, сложилась в Республике Карелия (Официальный интернет-портал Республики Карелия, 2021). Лесопожарный период 2021 г. еще раз показал, как беспощадна может быть огненная стихия.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель исследования – анализ динамики лесных пожаров в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

Объектом исследования являются лесные пожары на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

Исходя из цели исследования, определены следующие задачи:

– обработать статистические данные по лесным пожарам на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.;

– сопоставить показатели лесных пожаров на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг. с погодными условиями (температурой наружного воздуха, количеством осадков).

Исходными данными служила статистическая информация о лесных пожарах и погодных условиях в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг., по данным Главного управления МЧС России по Республике Карелия, на основе еже-

годных докладов о состоянии защиты населения и территории Республики Карелия от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также по информации о средней температуре и осадкам, по данным Карельского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Рассмотрим особенности прохождения лесопожарных периодов по годам начиная с 2009 г.

В пожароопасный сезон 2009 г. произошло 176 лесных пожаров (из них крупных – 5), площадь, затронутая пожарами, составила 1614 га. В 2009 г. ущерб составил 118,4 млн руб., в том числе затраты на тушение – 6,0 млн руб.

Лесопожарная обстановка 2010 г. в Республике Карелия была оценена как сложная, но контролируемая. В 2010 г. в Карелии зафиксирован 461 лесной пожар (в том числе крупных – 25) на площади 6843,5 га. Ущерб только от крупных лесных пожаров в 2010 г. составил 334,4 млн руб. Всего на тушение природных пожаров затрачено 318,0 млн руб.

Пожароопасный сезон 2011 г. в Карелии отмечен 537 лесными пожарами (4 крупных), площадь пожаров составила 5299 га. Ущерб от природных пожаров в 2011 г. составил 484,6 млн руб., при этом издержки на тушение – 15,0 млн руб.

Дополнительно на вышках сотовых операторов в 2011 г. было установлено 19 видеокамер. Информация, получаемая от них, была выведена на 15 локальных мониторинговых центров, позволяющих в круглосуточном режиме осуществлять мониторинг обстановки в лесах в режиме реального времени.

В 2012 г. зафиксировано 55 природных пожаров площадью 206,48 га. Ущерб от природных пожаров в 2012 г. составил 13,2 млн руб., в том числе издержки непосредственно на тушение – 3,2 млн руб. В целях дальнейшего развития системы видеомониторинга для обнаружения природных пожаров число задействованных видеокамер увеличилось до 23 шт.

В пожароопасный сезон 2013 г. ухудшило обстановку то, что в лесах установилась жаркая сухая погода, при этом осадки почти отсутствовали. Всего в 2013 г. в Карелии произошло 395 природных

пожаров (из них 34 крупных), площадь которых составила 14477,48 га. Ущерб от природных пожаров в 2013 г. – 1752,3 млн руб., из них на тушение ушло 43,2 млн руб.

В пожароопасном сезоне 2014 г. в Карелии зафиксировано 433 лесных пожара площадью 2824,75 га. Ущерб от природных пожаров в 2014 г. составил 281,6 млн руб., из них издержки на тушение пожаров – 3,9 млн руб.

В 2015 г. зафиксирована низкая горимость лесов. Всего в этот период на территории Карелии произошло 73 лесных пожара площадью 83,19 га. Ущерб составил 11,0 млн руб., при этом издержки на тушение – 3,5 млн руб.

В пожароопасный сезон 2016 г. зафиксировано 149 природных пожаров на площади 318,81 га. Ущерб от природных пожаров составил 37,3 млн руб., при этом на тушение затрачено 8,7 млн руб.

В 2017 г. произошло всего 35 лесных пожаров на общей площади 92,5 га. Ущерб от природных пожаров составил 11,2 млн руб., из них на тушение затрачено 2,6 млн руб.

В пожароопасном сезоне 2018 г. зафиксировано 311 природных пожаров на территории 1931,1 га. Ущерб от природных пожаров составил 111,4 млн руб., при этом на тушение затрачено 28,8 млн руб.

В 2019 г. в Карелии отмечено 110 лесных пожаров (2 крупных) площадью 595,09 га. Ущерб от лесных пожаров в 2019 г. составил 12,5 млн руб., из них на тушение – 9,1 млн руб.

В 2020 г. также была отмечена невысокая горимость лесов. На землях лесного фонда в республике произошел 141 пожар площадью 520 га. Ущерб от природных пожаров в 2020 г. составил 15,8 млн руб., в том числе на тушение – 11,5 млн руб.

В 2021 г. в Карелии зафиксированы 302 лесных пожара (в том числе крупных – 4) на площади 19341,0 га. Ущерб только от крупных лесных пожаров в 2021 г. составил 91,0 млн руб.

Обработка результатов исследования проводилась методами математической статистики с применением современных средств вычислительной техники.

Результаты исследования и их обсуждение

Ежегодно природные пожары возникают по всей Карелии. Их количество и размеры определяются погодными условиями, состоянием лесных массивов и лесных горючих материалов, а также соблюдением правил пожарной безопасности в лесах. В табл. 3 сведены данные по лесным пожарам на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

По определению крупный лесной пожар занимает площадь 25 га и более в районе применения наземных сил и средств пожаротушения и 200 га и более в районе применения авиационных сил и средств пожаротушения и зоне контроля (Приказ Минприроды России, 2022). В период с 2009 по 2021 гг. количество крупных пожаров по отношению к общему количеству в среднем составило около 2 %. Анализ общей площади горимости леса за период 2009–2021 гг. показал, что в лесах Карелии возникло 3178 лесных пожаров на площади 54146,9 га (рис. 1, 2).

Наибольшее количество лесных пожаров зафиксировано в 2011 г. (537 пожаров), повышенной горимостью лесов (средняя площадь одного пожара 10 га и более) также отметились 2010, 2011, 2013 и 2021 гг.

В табл. 4 сведены вычисления корреляции показателей лесных пожаров и погодных условий на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.

Из табл. 4 следует, что существует достаточно сильная зависимость между общей площадью, пройденной пожарами, и среднесуточной температурой за три летних месяца, коэффициент корреляции $r=0,79$. Количество лесных пожаров за 2009–2021 гг. также связано с среднесуточной температурой наружного воздуха за три летних месяца, коэффициент корреляции $r=0,78$. Чем выше температура, тем больше зафиксировано лесных пожаров. Ущерб от лесных пожаров достаточно сильно коррелирует с площадью лесных пожаров, $r=0,99$. На рис. 3–5 приведены графики корреляции указанных зависимостей с линейным корреляционным уравнением и величиной достоверности аппроксимации.

Таблица 3

Table 3

Сводные данные по лесным пожарам на территории Республики Карелия
Summary data on forest fires in the Republic of Karelia

Годы Years	Показатели Indicators						
	Площадь пожаров, га Area of fires, ha	Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	Ср. суточная температура, °С* Wed. daily temperature, °C	Ср. месячное количество осадков, мм* Wed. monthly rainfall, mm	Заграты на тушение, млн руб. Exting-uishing costs, million rub.	Ущерб от пожаров, млн руб. Fire damage, million rub.	Ущерб от крупных пожаров, млн руб. Damage from large fires, million rub.
2009	1614,0	176 (5)	14,6	100,3	6,0	118,4	–
2010	6843,5	461 (25)	17,5	60,0	318,0	–	334,4
2011	5299,0	537 (4)	16,9	71,7	15,0	484,6	–
2012	206,5	55	15,1	97,0	3,2	13,2	–
2013	14477,5	395 (34)	16,8	65,7	43,2	1752,3	–
2014	2824,8	433	15,9	54,0	3,9	281,6	–
2015	83,2	73	14,6	65,0	3,5	11,0	–
2016	318,8	149	16,0	132,3	8,7	37,3	–
2017	92,5	35	14,3	68,7	2,6	11,2	–
2018	1931,1	311	16,3	67,0	28,8	111,4	–
2019	595,1	110 (2)	14,5	69,3	9,1	12,5	–
2020	520,0	141	15,6	52,0	11,5	15,8	–
2021	19341,0	302 (4)	18,0	96,7	–	–	91,0

* За три летних месяца (по данным Карельского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).

* For three summer months (according to the Karelian Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring).

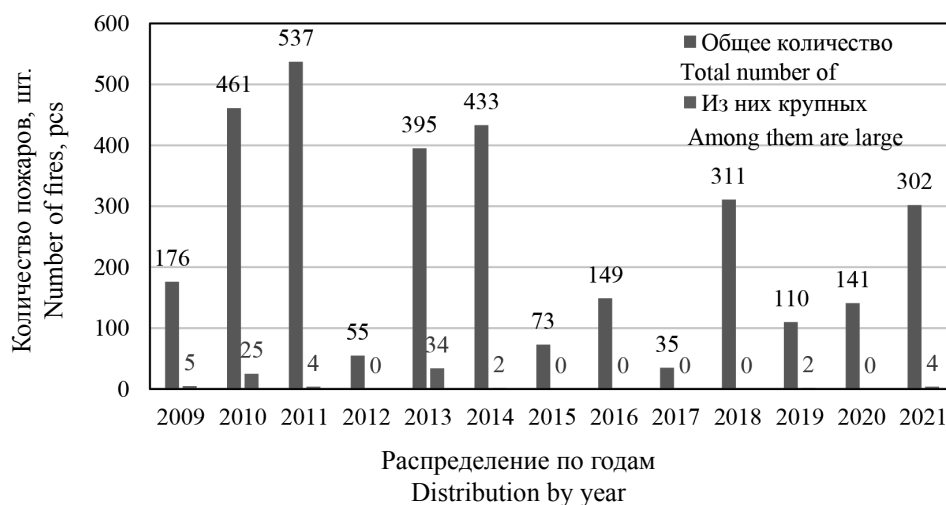


Рис. 1. Динамика количества лесных пожаров в период с 2009 по 2021 гг.
Fig. 1. Dynamics of the number of forest fires during the period from 2009 to 2021

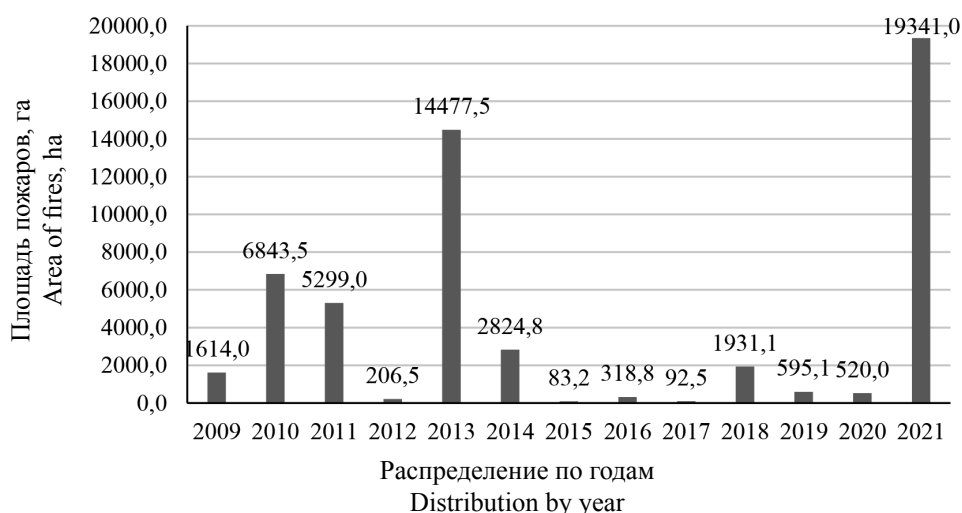


Рис. 2. Динамика площади, пройденной лесными пожарами в период с 2009 по 2021 гг.
Fig. 2. Dynamics of the area affected by forest fires during from 2009 to 2021

Таблица 4
Table 4

Сводные данные вычисления корреляции между показателями лесных пожаров и погодными условиями на территории Республики Карелия в период с 2009 по 2021 гг.
Summary data on the correlation calculations between indicators of forest fires and weather conditions in the territory of the Republic of Karelia from 2009 to 2021

Показатели Indicators	Площадь пожаров, га Area of fires, ha	Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	Ср. суточная температура, °С Wed. daily temperature, °C	Ср. месячное количество осадков, мм Wed. monthly rainfall, mm	Затраты на тушение, млн руб. Exting-uishing costs, million rub.	Ущерб от пожаров, млн руб. Fire damage, million rub.
Площадь пожаров, га Area of fires, ha	1	–	–	–	–	–
Кол-во пожаров, шт. Number of fires, pcs.	0,53	1	–	–	–	–
Ср. суточная температура, °С Wed. daily temperature, °C	0,79	0,78	1	–	–	–
Ср. месячное количество осадков, мм Wed. monthly rainfall, mm	0,02	–0,30	0,00	1	–	–
Затраты на тушение, млн руб. Exting-uishing costs, million rub.	0,40	0,46	0,61	–0,23	1	–
Ущерб от пожаров, млн руб. Fire damage, million rub.	0,99	0,58	0,61	–0,20	0,81	1

В деле принятия стратегических решений по сохранению лесных ресурсов от огня важным является использование аналитических данных предыдущих лет. Авторами работ (Монгуш, Гаврилова, 2020; Петров, 2020; Подрезов, 2020; Подрезов и др., 2020; Руденко, Ахметшин, 2020) были

проанализированы экологический и экономический ущерб от лесных пожаров по различным регионам Российской Федерации, а также проблемы оценки экономической целесообразности тушения лесных пожаров (Зейнетдинова, 2020; Ивахова, Муратханова, 2020; Крот, 2021; Лизихина, 2020).

За рубежом также ведется работа по разработке эффективных методов оценки экономического ущерба от лесных пожаров (Mann et al., 2020; Silva, González-Cabán, 2010).

Для борьбы с лесными пожарами ученые пытаются разработать интерфейсы в глобальном масштабе (Kim et al., 2021). С развитием технологий на передний край выходят методы дистанционного обнаружения и оценки ущерба лесных

пожаров (Архипкин и др., 2014; Goetz et al., 2006; Shahramanyan et al., 2019).

В настоящее время не представляется возможным точно оценить экономический ущерб от лесных пожаров, поэтому в статье приведены только оценки ущерба, слагаемого из расходов на тушение лесных пожаров, а также от потери лесных ресурсов.

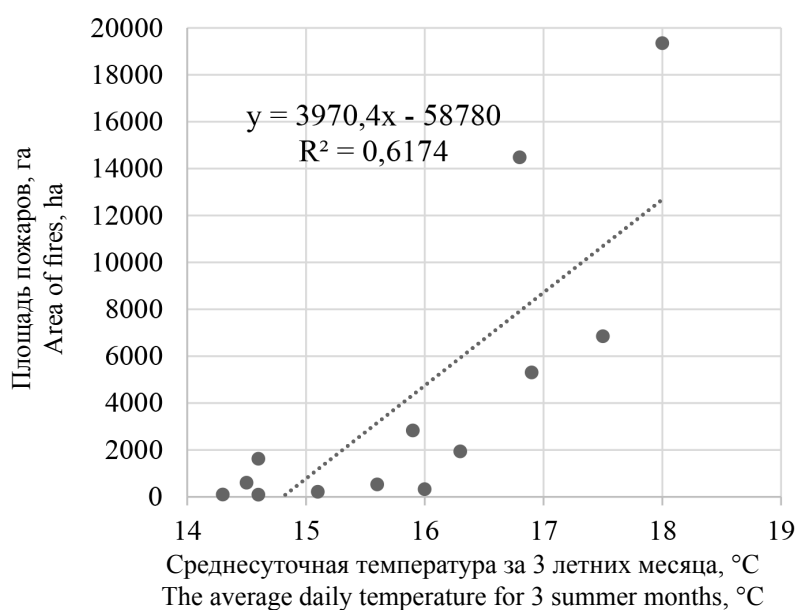


Рис. 3. Диаграмма зависимости площади пожаров от среднесуточной температуры
Fig. 3. Diagram of the dependence of the fire area on the average daily temperature

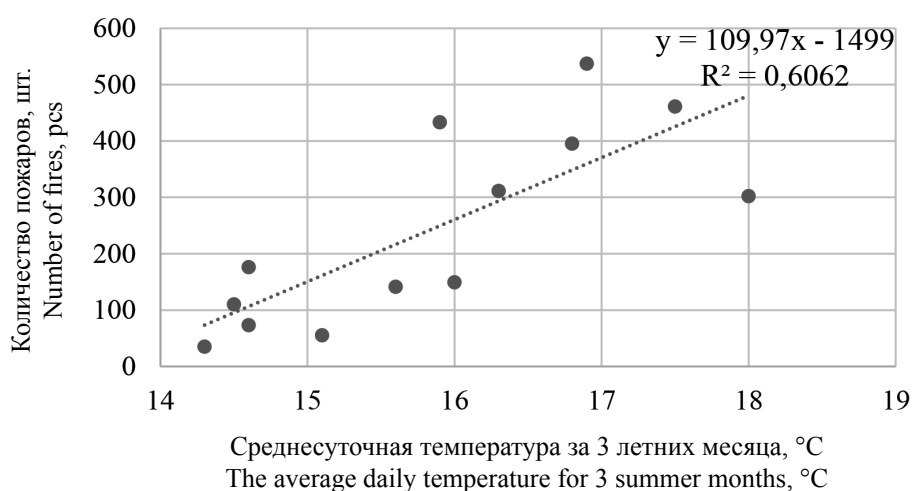


Рис. 4. Диаграмма зависимости количества пожаров от среднесуточной температуры
Fig. 4. Diagram of the dependence of the number of fires on the average daily temperature

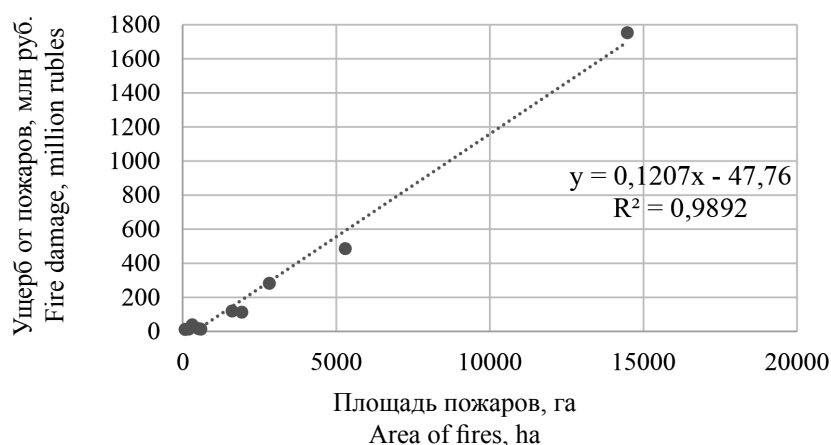


Рис. 5. Диаграмма зависимости экономического ущерба от площади пожаров

Fig. 5. Diagram of the dependence of economic damage on the area of fires

Оценим масштабы материального (экономического) ущерба от одного пожара V_j по следующей формуле:

$$V_j = \frac{V_o}{N},$$

где V_o – общий ущерб от пожаров, млн руб.;

N – количество пожаров, шт.

В 2020–2021 гг. стоимость древесиныкратно возросла, а значит, и ущерб в результате лесных пожаров может иметь соответствующий рост (Харлова, 2021). Масштабы материального (экономического) ущерба от одного пожара за 2009, 2011–2020 гг. составили около 1,2 млн руб. на один пожар. На каждый природный пожар за 2009–2021 гг. в среднем приходилась площадь, равная 17 га.

Выводы

В настоящей работе проведен анализ динамики лесных пожаров в Республике Карелия в период с 2009 по 2021 гг. Установлено, что возникновение природных пожаров происходит ежегодно на территории всей Карелии. В большей степени количество и площадь пожаров определяется по-

годными условиями летнего периода. Выявлена значительная связь между площадью пожаров и среднесуточной температурой летом (коэффициент корреляции $r=0,79$), а также между количеством пожаров и температурой (коэффициент корреляции $r=0,78$). Наблюдается также значительная корреляция между ущербом от лесных пожаров и площадью пожаров (коэффициент корреляции $r=0,99$).

Возникновение лесных пожаров зависит от наличия скопления лесных горючих материалов и соблюдения населением правил пожарной безопасности. Поэтому для уменьшения размеров эколого-экономического ущерба крайне необходимо выявлять лесной пожар на ранних этапах его развития, не допускать развитие пожара до крупных размеров, ликвидировать пожар в короткие сроки доступными силами и средствами, при этом не пренебрегая дополнительными финансовыми затратами. В связи с этим необходимо увеличивать средства мониторинга состояния леса в пожароопасные периоды, а также вести работу по планированию и предупреждению возникновения лесных пожаров.

Список источников

- Архипкин О. П., Сагатдинова Г. Н., Бралинова Ж. А. Дистанционная оценка ущерба от лесных пожаров в системе космического мониторинга ЧС в Казахстане // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. 2014. Т. 11. № 3. С. 203–214.
- Зейнетдинова О. Г. Эколого-экономический ущерб от лесных пожаров на примере Ивановской области // Пожарная и аварийная безопасность. 2020. № 1. С. 83–87.

- Ивахова А. М., Муратханова Ю. Р.* Проблемы оценки экономической целесообразности тушения лесных пожаров // *Российская наука: актуальные исследования и разработки.* 2020. С. 171–174.
- Крот А. А.* К проблеме определения экономического ущерба от лесного пожара: пути решения // *Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования.* 2021. № 1. С. 229–237.
- Лесной план Республики Карелия на 2019–2028 годы : утв. распоряжением главы Республики Карелия А. О. Парфенчиковым от 24 декабря 2018 г. № 731-р. URL: <https://gov.karelia.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Лизихина И. А.* Лесные пожары и экономический ущерб, связанный с ними // *Безопасный и комфортный город.* 2020. С. 460–462.
- Монгуш Ч.М., Гаврилова Ю.В.* Анализ ущерба от лесных пожаров на территории Красноярского края // *Современные проблемы пожарной безопасности: теория и практика (FireSafety 2020) : матер. II Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 2020.* 240 с.
- Официальный интернет-портал Республики Карелия. 2021. URL: <https://gov.karelia.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Петров А. Н.* Стохастическая модель для прогнозирования резерва средств на тушение лесных пожаров / *Современные проблемы гражданской защиты.* 2020. № 1 (34). С. 16–23.
- Подрезов Ю. В.* Особенности экспресс-оценки ущерба при чрезвычайных лесопожарных ситуациях // *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций.* 2020. № 6. С. 52–57.
- Подрезов Ю. В., Диденко С. Л., Ермаков С. Г.* Особенности оценки последствий и ущерба от лесных пожаров // *Технологии гражданской безопасности.* 2020. Т. 17. № 3 (65). С. 4–6.
- Приказ Минприроды России от 01.04.2022 г. № 244 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров». URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Республика Карелия в цифрах 2022 : краткий статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия (Карелиястат). Петрозаводск, 2022. 125 с.
- Руденко А. В., Ахметшин А. А.* Использование индекса DMCI для мониторинга и определения ущерба от лесных пожаров на примере Катангского района Иркутской области в 2015–2019 годах // *Экономика в меняющемся мире. IV Всерос. экон. форум : сб. науч. тр. Казань, 2020.* С. 15–18.
- Харлова Е. В.* Влияние пандемии на лесную отрасль // *Вектор экономики.* 2021. № 9. URL: <https://www.vectoreconomy.ru> (дата обращения: 10.01.2024).
- Goetz S. J., Fiske G. J., Bunn A. G.* Using satellite time-series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada. *Remote Sensing of Environment.* 2006. Volume 101. P. 352–365. DOI: 10.1016/j.rse.2006.01.011
- Generating annual estimates of forest fire disturbance in Canada : the National Burned Area Composite / *R. J. Hall, R. S. Skakun, J. M. Metsaranta [et al.] // International Journal of Wildland Fire.* 2020. 29 (10). P. 878–891. DOI: 10.1071/WF19201
- Kim Y. S., Rodrigues M., Robinne F. N.* Economic drivers of global fire activity: A critical review using the DPSIR framework // *Forest Policy and Economics.* 2021. Volume 131. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102563
- Evaluating economic impacts of prescribed fire in the Central Hardwood Region / *D. P. Mann, J. K. Wiedenbeck, D. S. Day, M. R. Saunders // Journal of Forestry.* 2020. Volume 118. № 3. P. 275–288.
- Remote Sensing of the Earth from Space to Determine the Economic Damage from Forest Fires / *M. Shahramanyan, M. Danilina, A. Ovsianik [et al.] // Advances in intelligent systems and computing.* 2021. Volume 1259. P. 562–576.
- Silva F. R., González-Cabán A.* SINAMI: a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems // *International Journal of Wildland Fire.* 2010. № 19. P. 927–936.

References

- Arkhipkin O. P., Sagatdinova G. N., Bralinova J. A.* Remote assessment of damage from forest fires in the space emergency monitoring system in Kazakhstan. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2014. Vol. 11. № 3. P. 203–214. (In Russ.)
- Evaluating economic impacts of prescribed fire in the Central Hardwood Region / *D. P. Mann, J. K. Wiedenbeck, D. S. Day, M. R. Saunders* // *Journal of Forestry*. 2020. Vol. 118. № 3. P. 275–288.
- Forest Plan of the Republic of Karelia for 2019–2028. Approved by Order of the Head of the Republic of Karelia A. O. Parfenchikov dated December 24, 2018 № 731-R. URL: <https://gov.karelia.ru> (accessed 10.01.2024).
- Goetz S. J., Fiske G. J., Bunn A. G.* Using satellite time-series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada. *Remote Sensing of Environment*. 2006. Vol. 101. P. 352–365. DOI: 10.1016/j.rse.2006.01.011
- Generating annual estimates of forest fire disturbance in Canada : the National Burned Area Composite / *R. J. Hall, R. S. Skakun, J. M. Metsaranta* [et al.] // *International Journal of Wildland Fire*. 2020. 29 (10). P. 878–891. DOI: 10.1071/WF19201
- Ivakhova A. M., Muratkhanova Y. R.* Problems of assessing the economic feasibility of extinguishing forest fires // *Russian science: current research and development*. 2020. P. 171–174. (In Russ.)
- Kim Y. S., Rodrigues M., Robinne F. N.* Economic drivers of global fire activity: A critical review using the DPSIR framework // *Forest Policy and Economics*. 2021. Vol. 131. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102563
- Kharlova E. V.* The impact of the pandemic on the forest area // *Vector of Economics*. 2021. № 9. URL: <https://www.vectoreconomy.ru> (accessed 10.01.2024).
- Krot A. A.* On the problem of determining the economic damage from a forest fire: solutions // *Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement*. 2021. № 1. P. 229–237. (In Russ.)
- Lizikhina I. A.* Forest fires and economic damage associated with them // *Safe and comfortable city*. 2020. P. 460–462. (In Russ.)
- Mongush Ch. M., Gavrilova Yu. V.* Analysis of damage from forest fires in the Krasnoyarsk territory // *Modern problems of fire safety: theory and practice (fire protection 2020) : materials of the second All-Russian Scientific and Practical conference*. Krasnoyarsk, 2020. 240 p.
- Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 04.01.2022 № 244 “On approval of the Rules for extinguishing forest fires”. URL: <https://www.consultant.ru> (accessed 10.01.2024).
- Petrov A. N.* Stochastic model for forecasting the reserve of funds for extinguishing forest fires // *Modern problems of civil protection*. 2020. № 1 (34). P. 16–23. (In Russ.)
- Podrezov Yu. V.* Features of express damage assessment in emergency forest fire situations // *Problems of safety and emergency situations*. 2020. № 6. P. 52–57. (In Russ.)
- Podrezov Yu. V., Didenko S. L., Ermakov S. G.* Features of assessing the consequences and damage from forest fires // *Technologies of civil safety*. 2020. Vol. 17. № 3 (65). P. 4–6. (In Russ.)
- Remote Sensing of the Earth from Space to Determine the Economic Damage from Forest Fires / *M. Shahramanyan, M. Danilina, A. Ovsianik* [et al.] // *Advances in intelligent systems and computing*. 2021. Volume 1259. P. 562–576.
- Rudenko A. V., Akhmetshin A. A.* Using the rope index for monitoring and determining damage from forest fires on the example of the Katanga district of the Irkutsk region in 2015–2019 // *Economics in a changing world. IV All-Russian Economic Forum. Collection of scientific papers*. Kazan, 2020. P. 15–18. (In Russ.)
- Silva F. R., González-Cabán A.* SINAMI: a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems // *International Journal of Wildland Fire*. 2010. № 19. P. 927–936.
- The official Internet portal of the Republic of Karelia. 2021. URL: <https://gov.karelia.ru> (accessed 10.01.2024).

The Republic of Karelia in figures 2022: a short statistical collection / Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Karelia (Kareliastat). Petrozavodsk, 2022. 125 p.

Zeynetdinova O. G. Ecological and economic damage from forest fires on the example of the Ivanovo region // Fire and emergency safety. 2020. № 1. P. 83–87. (In Russ.)

Информация об авторах

Р. К. Калинин – преподаватель;

М. В. Ивашинев – доктор технических наук, профессор;

А. С. Васильев – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

R. K. Kalinin – Lecturer;

M. V. Ivashnev – Doctor of Technical Sciences, Professor;

A. S. Vasiliev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 22.01.2024; принята к публикации 22.02.2024.

The article was submitted 22.01.2024; accepted for publication 22.02.2024.
