

УДК 630\*43(470)(045)

*Ю.П. Переведенцев, Б.Г. Шерстюков, А.В. Гусаров, Т.Р. Аухадеев, Н.А. Мирсаева, П.С. Лопух***МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ<sup>1</sup>**

Рассматривается распределение лесных пожаров по территории Приволжского федерального округа в период 1992–2020 гг. Показано распределение числа возгораний в субъектах ПФО в зависимости от их лесистости и времени года. Выявлен пик количества пожаров в 2010 г., когда вся территория региона была охвачена жесточайшей засухой, что привело к многократному увеличению площади лесов, пройденных огнем. Отмечено увеличение числа лесных пожаров в последние годы в связи с активной фазой потепления климата.

*Ключевые слова:* пожароопасность в лесах, потепление климата, количество возгораний, атмосферная засуха.

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-2-149-157

В последние годы в связи с продолжающимся потеплением климата усилилась степень пожароопасности лесов в России. Ежегодно в летний период особенно часто в Сибири происходят лесные пожары, что приводит к большому материальному и экологическому ущербу пострадавшим территориям. В данной статье рассматривается проблема пожароопасности в лесах, расположенных на территории 14 субъектов Приволжского федерального округа (ПФО) в период 1992–2020 гг. В качестве исходного материала использовалась информация о количестве возгораний в лесах, формируемая Федеральным агентством лесного хозяйства и представленная на сайте Росстата (<http://www.fedstat.ru>).

Согласно работе [1], предпосылками больших лесных пожаров на территории России являются малоснежная зима, длительный период без дождя (15–20 дней) с высокой среднесуточной температурой и малой относительной влажностью.

Метеорологические параметры являются важным фактором пожарной опасности лесов. К их числу относятся: температура, влажность, давление и плотность атмосферного воздуха, скорость и направление ветра, потоки лучистой энергии, количество и интенсивность осадков, температура и влажность почвы и др.

Для оценки пожарной опасности в лесу используется комплексный показатель опасности возгорания – индекс Нестерова [2], который рассчитывается по формуле:

$$G = \sum_{i=1}^n T_i d_i, \quad (1)$$
$$d_i = T_i - r_i,$$

где  $T_i$  – температура воздуха (°C) на 12 часов дня по местному времени,  $r_i$  – точка росы (°C) на 12 часов дня по местному времени,  $d_i$  – дефицит точки росы,  $n$  – число дней после последнего дождя,  $i$  – номер дня. Суммирование проводится для тех дней, когда количество осадков  $P$  за сутки не превышает 3 мм. При  $P > 3$  мм величина обнуляется. Условия с  $G < 300$  (режим I) считаются не пожароопасными, в диапазонах 300–1000, 1000–4000 и больше 10000 – соответственно режимы с малым (II), умеренным (III), высоким (IV) и экстремальным уровнем пожароопасности [3].

Кроме того, для оценки засушливости территории в России широко используется гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова:

$$\text{ГТК} = \frac{10 \cdot P}{\Sigma T}, \quad (2)$$

где  $P$  – сумма осадков (мм) за период с температурами воздуха выше 10 °C,  $\Sigma T$  – сумма температур (°C) за то же время. Принято считать [4]:

- при  $\text{ГТК} < 0,5$  – очень засушливо;
- $0,5 < \text{ГТК} < 1,0$  – недостаточно влажно;
- $1,0 < \text{ГТК} < 2,0$  – достаточное увлажнение;
- $\text{ГТК} > 2$  – переувлажнение.

<sup>1</sup> Статья подготовлена при частичной финансовой поддержке РФФИ и РНФ (проекты №20-55-00014, 22-27-20080).

Проблема прогноза степени пожароопасности лесов в связи с природными (засуха, грозовые разряды) и антропогенными факторами весьма актуальна [5].

Согласно работе [6], до 98 % возгораний в заселенных регионах России возникает по вине человека, в удаленных северных районах в 50 % случаев виноваты летние грозы. В среднем по России 10 % от общего числа лесных пожаров вызваны грозами. В работе [1] отмечается, что пик грозовой активности приходится на июль, поэтому максимальное число лесных пожаров происходит в летнее время.

В статье [7] показано, что в лесах Сибири пожароопасная обстановка при ГТК $\leq$ 0,4 наблюдается с вероятностью 56–72 %. В работе [8] на основе модельных расчетов с учетом изменений глобального климата получено, что к середине XXI в. вероятность возникновения пожароопасных условий III и IV классов увеличится на территории России от 12 до 22 %, а в конце века – до 30 %.

Ранее в авторских работах [9–12] рассматривались условия формирования современных климатических изменений как на территории Северного полушария, так и региона. Была дана оценка роли атмосферной циркуляции в изменчивости температурно-влажностного режима ПФО.

С целью выявления основных закономерностей в изменениях климата ПФО за последние десятилетия рассмотрим ход средней годовой приземной температуры воздуха (СГТВ), осредненной по территории ПФО за период 1955–2018 гг. и два подпериода 1955–1999 гг., 1999–2018 гг. (табл. 1).

Таблица 1

#### Температурный режим воздуха на территории Приволжского федерального округа

Период, годы	Среднее значение, °С	СКО, °С	Максимум, °С	Минимум, °С
1955–2018	3,49	1,04	5,49 1995 г.	0,55 1969 г.
1955–1999	3,14	1,00	5,49 1995 г.	0,55 1969 г.
1999–2018	4,34	0,47	5,33 2008 г.	3,58 2011 г.

Как видно из табл. 1, в начале XXI века произошел значительный скачок средней температуры (на 1,2 °С), при этом вдвое уменьшилась величина межгодовой изменчивости температуры, а минимальное значение СГТВ резко повысилось с 0,55 °С до 3,58 °С. Все это свидетельствует о кардинальном изменении термического режима в регионе на стыке 2-х веков, что обеспечивает более повышенный фон пожароопасности в лесах.

Анализ климатических показателей на территории ПФО по данным 183 метеорологических станций в период 1966–2018 гг. показал, что в течение всего года температура воздуха повышается со скоростью от 0,32 до 0,53 °С/10 лет, при этом наибольшая скорость потепления отмечается в январе (от 0,53 до 1,25 °С/10 лет), в июле прирост температуры менее заметен, чем в январе: по территории региона скорость изменяется от 0,24 до 0,56 °С/10 лет. Количество атмосферных осадков по региону слабо растет (средняя скорость 9,6 мм/10 лет), а на юго-востоке (Оренбург) даже уменьшается со скоростью -2,9 мм/10 лет.

Вместе с этим, согласно работе [13], годовая сумма среднесуточных температур выше 10 °С растет по региону от северо-востока на юго-запад со скоростью от 45 до 120 °С/10 лет. Также растет и число дней со средней суточной температурой более 10 °С (от 2,5 до 4,5 дней/10 лет). Эти данные свидетельствуют о заметном потеплении климата на территории ПФО при слабом приросте атмосферных осадков (увлажненности), что создает предпосылки для усиления пожароопасности в лесах.

Рассмотрим фактические данные о распределении лесных пожаров на территории ПФО в 1992–2020 гг. (рис.1). Согласно статистике Росстата, в этот период на территории ПФО происходило 2683 лесных пожаров в год, которые неравномерно распределяются по субъектам ПФО. Как видно из рис. 1, больше всего лесных пожаров происходит в Нижегородской области (692) и меньше всего в Чувашской Республике (49). Кроме того, наблюдается значительная межгодовая изменчивость пожаров (рис.2). Максимальное количество пожаров было зарегистрировано в 2010 г. (8183), возникших из-за установившейся летом 2010 г. на Европейской территории России аномально высокой температуры воздуха и засухи под воздействием мощного высокого блокирующего антициклона. Так, в июле отклонение температуры воздуха от нормы (°С) в субъектах ПФО колебалось от 4,0 до 7,0 °С, а гидротермический коэффициент изменялся от 0,01 до 0,36 [14].

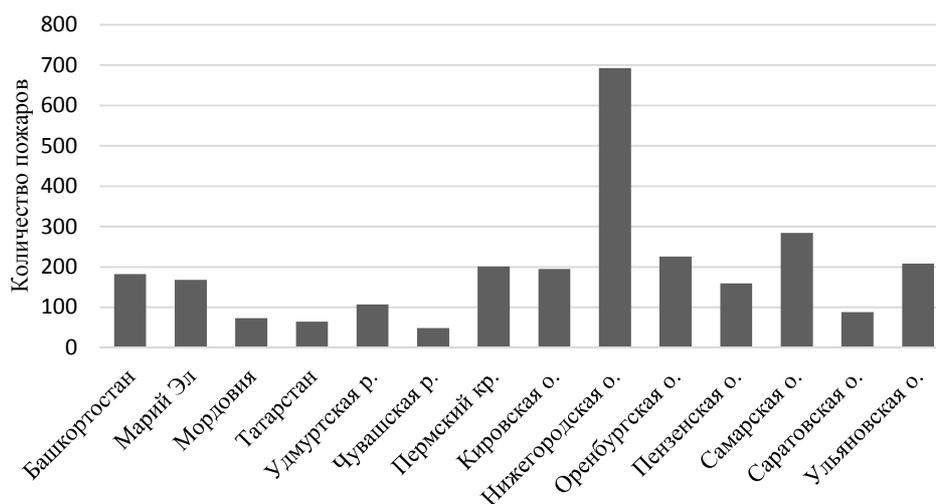


Рис. 1. Число лесных пожаров за год по субъектам ПФО, среднее за 1992–2020 годы

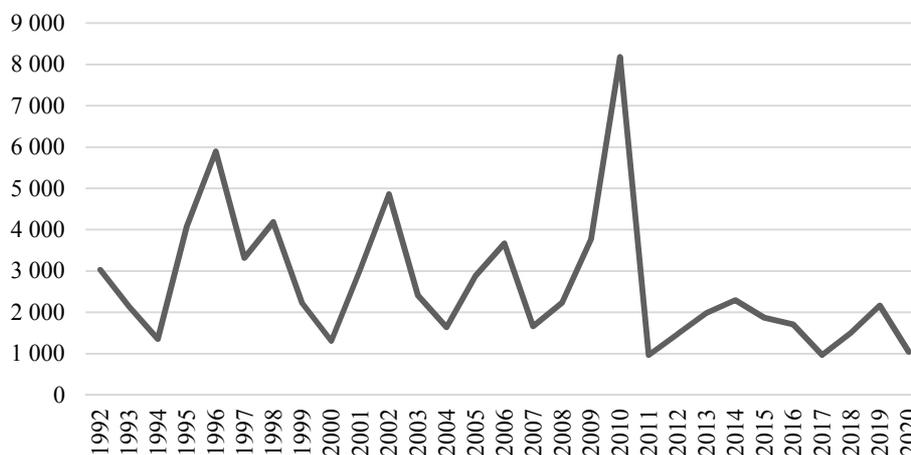


Рис. 2. Число лесных пожаров на территории ПФО по годам

Распределение лесных пожаров в 2010 г. по субъектам ПФО представлено на рис.3, согласно которому наибольшее количество лесных пожаров было в Нижегородской области (1367), а наименьшее - в Татарстане (158).

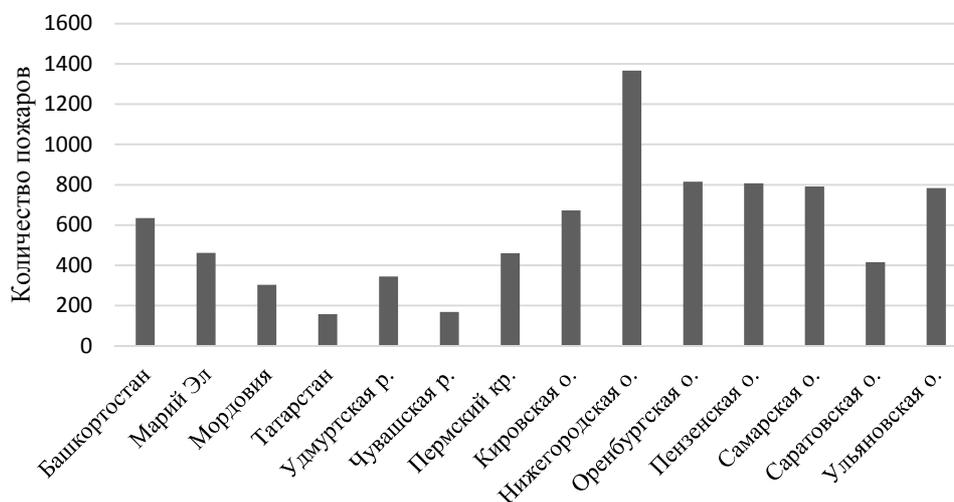


Рис. 3. Количество лесных пожаров в 2010 году по субъектам ПФО

Следует отметить, что субъекты ПФО имеют разную площадь, занятую лесом, поэтому для получения более объективной картины в табл. 2 приводятся данные как об их лесистости, так и о количестве лесных пожаров в 2010 г. на 100 км<sup>2</sup> лесной площади (Ns2010) и среднем значении лесных пожаров на 100 км<sup>2</sup> лесной площади (Nsf) за период 2009–2020 гг.

Таблица 2

**Площадь и лесистость субъектов ПФО**

Субъекты ПФО	Площадь, км <sup>2</sup>	Лесистость, % от площади	Лесная площадь, км <sup>2</sup>	Nsf	Ns2010
Респ. Башкортостан	143600	39,9	57296	0,32	1,11
Респ. Марий Эл	23200	56,0	12992	1,29	3,55
Респ. Мордовия	26200	27,0	7074	1,03	4,28
Респ. Татарстан	68000	17,5	11900	0,54	1,33
Удмуртская Респ.	42100	46,1	19408	0,55	1,78
Чувашская Респ.	18300	32,3	5911	0,83	2,84
Пермский край	160600	71,5	114829	0,18	0,40
Кировская обл.	120800	62,5	75500	0,26	0,89
Нижегородская обл.	74800	48,0	35904	1,93	3,81
Оренбургская обл.	124000	4,7	5828	3,87	13,98
Пензенская обл.	43200	20,6	8899	1,79	9,08
Самарская обл.	53600	12,8	6861	4,15	11,54
Саратовская обл.	100200	6,3	6313	1,40	6,59
Ульяновская обл.	37300	26,6	9922	2,10	7,89

Как видно из табл. 2, в 2010 г. количество возгораний в лесах ПФО было примерно в 3 раза больше среднемноголетнего значения. При этом наибольшее количество возгораний произошло в 2010 г. в Оренбургской области (13,98 пожаров на 100 км<sup>2</sup> лесной площади), где отмечаются наиболее засушливые условия. В период 2009–2020 гг. в Самарской области в среднем происходит наибольшее количество лесных пожаров (4,15 пожара на 100 км<sup>2</sup> лесной площади).

Естественно, климатические условия региона определяют их неравномерное распределение по кварталам года. Так, в первом квартале (январь–март) лесных пожаров практически не бывает, однако со сходом снежного покрова сухая прошлогодняя трава всегда создает предпосылки для возгорания. Во втором квартале (апрель–июнь) лесные возгорания происходят наиболее часто (в среднем за 2009–2020 гг. около 800), в третьем квартале (июль–сентябрь) их число также велико (700) и меньше всего в четвертом квартале (~100). При этом, картина не всегда однородна по субъектам ПФО. Так, в Республике Башкортостан, в Пермском крае и в Удмуртской Республике больше всего новых пожаров возникает в третьем квартале.

Лесные пожары приносят большой экономический и природный ущерб, который определяется площадью лесных земель (га), пройденных пожаром. В табл. 3 представлены сведения по годам (период 2009–2020 гг.) о лесных площадях, пройденных пожаром для всех субъектов ПФО.

Как видно из табл. 3, наибольшая площадь лесных земель, пройденных огнем, принадлежит Нижегородской области. Много горит лесов в Республике Марий Эл. Следует отметить, что в период жестокой засухи лета 2010 г. произошло наибольшее количество возгораний, что привело к многократному увеличению площади лесных земель, пройденных огнем. Фактически на территории ПФО летом 2010 г. площадь лесных пожаров (348455 га) на два порядка больше, чем в другие годы. В последующие годы (2011–2014 гг.) обстановка стабилизировалась, площадь лесных пожаров в ПФО была не более 3000 га, однако с 2017 г. по 2020 г. наблюдается устойчивое увеличение площади пожаров (рис. 4). Как известно, неосторожное обращение с огнем служит причиной 82 % пожаров. Все остальные причины составляют менее 10 %. Наибольший вес из них имеют грозовой разряд (1,4 %).

Таблица 3

## Площадь лесных земель, пройденная пожарами (га) за период 2009–2020 гг.

Субъекты ПФО	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ПФО	9374,872	348454,8	2945,718	2452,583	2382,442	2833,57
Респ. Башкортостан	1091	8695,1	372,35	1145,77	107,66	167,15
Респ. Марий Эл	391,6	76350	16,7	20,2	14	56,3
Респ. Мордовия	162	27853	6,23	4,64	0,54	8,1
Респ. Татарстан	83,77	167,9	0	0	0	0
Удмуртская Респ.	20,016	265,7	6,341	1,881	19,156	10,4534
Чувашская Респ.	136,9	9826,8	1	0,08		0,87
Пермский край	172,506	25379,3	884,245	229,19	754,1	352,6512
Кировская обл.	443,28	5200,5	1379,17	8,471	833,23	148,14
Нижегородская обл.	549,8	168770	61,022	19,975	71,946	885,72
Оренбургская обл.	1884	5419	118,9	933,606	421,26	845,135
Пензенская обл.	1033	4265	37,7	0,31	23,56	161,54
Самарская обл.	515	5064,5	14,96	65,1	118,59	50,18
Саратовская обл.	1507	6364	26	11	1	109,7
Ульяновская обл.	1385	4834	21,1	12,36	17,4	37,63

Субъекты ПФО	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ПФО	6138,67	1867	2351,8	7079,8	8299	14895
Респ. Башкортостан	154,29	455	339,6	915,8	2036,4	3618,4
Респ. Марий Эл	55,03	32	21	28,6	59,2	24,7
Респ. Мордовия	77,64		15,7	15	3207,9	4,3
Респ. Татарстан	0	0	0	0	0	39,5
Удмуртская Респ.	2,4703	8	2,4	15	22,9	2,7
Чувашская Респ.	0	1	29	0	9,9	183,3
Пермский край	941,762	344	66,1	175	68,8	358,5
Кировская обл.	88,6674	83	3,2	14	68,8	34,2
Нижегородская обл.	104,51	28	25,6	126	118,8	204,1
Оренбургская обл.	594,189	849	1092,2	2093,8	1433,6	3331,7
Пензенская обл.	233,43	11	61,4	171	214,5	353,7
Самарская обл.	34,36	11	0	35	123,1	100,3
Саратовская обл.	719,05	20	510,1	1496,4	276,4	5552,1
Ульяновская обл.	3133,257	25	185,5	1994,2	658,7	1087,5

Для оценки потенциальной грозовой опасности на территории ПФО авторами привлекался индекс Totaltotalsindex (ТТ). Источником данных для расчета индекса ТТ по формуле (3) явился реанализ ERA5 (ECMWF-Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды):

$$ТТ = T_{850} + Td_{850} - 2T_{500}, \quad (3)$$

где Т – температура, Td – температура точки росы при указанном уровне давления в гПа.

Этот параметр дает представление о вероятности возникновения грозы и ее интенсивности с помощью вертикального градиента температуры и влажности. Значения этого индекса указывают на следующее:

- ТТ < 44К – грозы маловероятны;
- ТТ = 44–50К – грозы вероятны;
- ТТ = 51–52К – изолированные сильные грозы;
- ТТ = 53–56К – сильные грозы, разбросанные по разным местам;
- ТТ = 56–60К – рассеянные более вероятны сильные грозы.

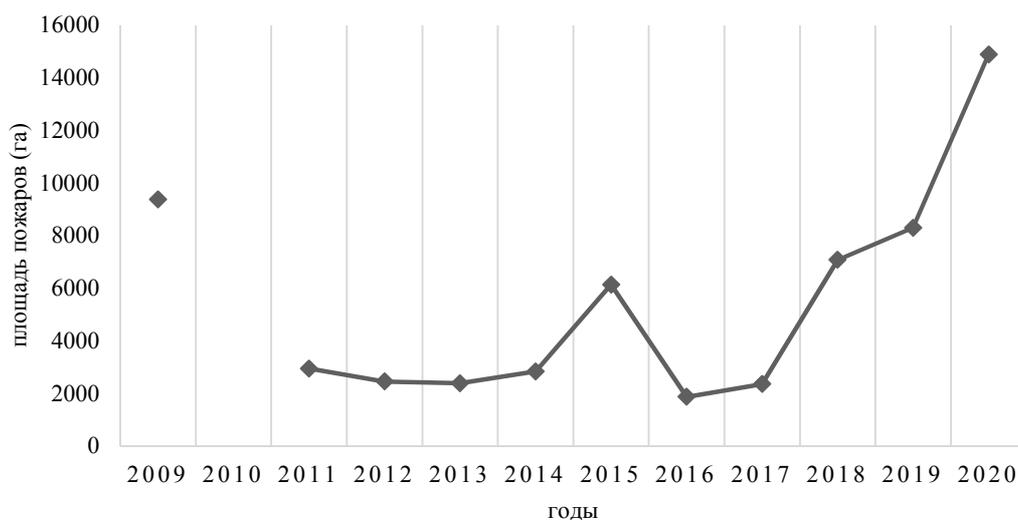


Рис.4. Суммарная площадь лесных земель, пройденная огнем по годам (значение за 2010 год не показано в этом масштабе площади)

Анализ построенных карт за период 1979–2021 гг. показывает, что для территории ПФО в мае значения ТТ на преобладающей части территории ниже 44К, лишь на юге территории (в Саратовской и Пензенской областях) ТТ=44К. В июне и июле ТТ на всей территории ПФО составляет 44-46К (рис. 5), на карте выделяются минимумы близ предгорной части Урала.

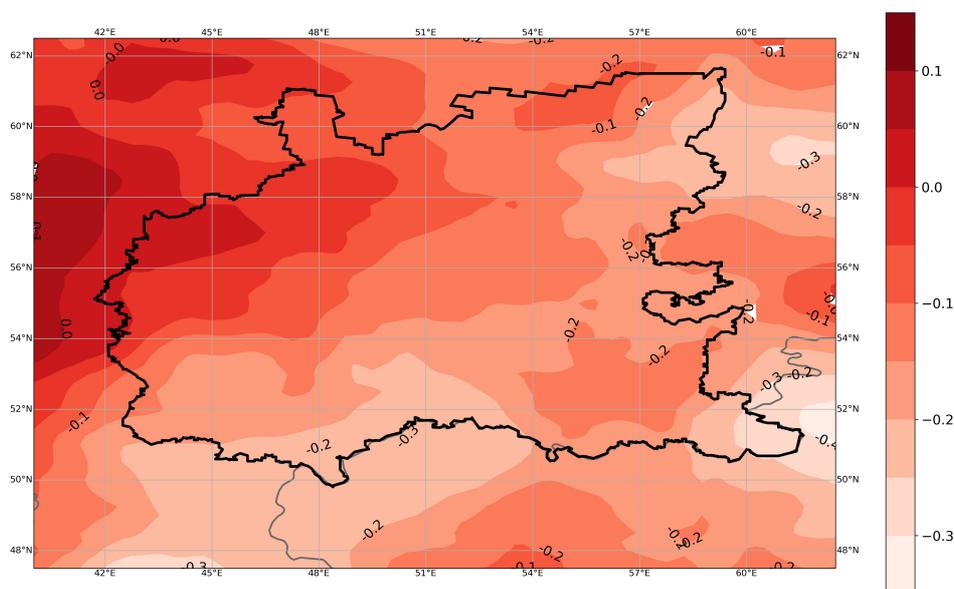


Рис. 5. Линейный тренд индекса ТТ (К/10 лет). Июль. 1979–2021 гг.

В августе, в целом, поле значений ТТ аналогичное, со значениями на 1–2 К ниже (42-44К с максимумом в центральной части ПФО). Начиная с сентября значения ТТ по территории ПФО не превышают 44 (т. е. грозы маловероятны).

## Выводы

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Количество лесных пожаров на территории Приволжского федерального округа в период 1992–2020 гг. испытывает значительные колебания по субъектам ПФО и по годам.

2. Наибольшую опасность для лесных земель представила жестокая засуха лета 2010 г., приведшая к многократному увеличению площади, пройденной огнем, большому материальному и экологическому ущербу.

3. Установлено, что потенциальная грозовая опасность в ПФО наиболее велика в июне и июле.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы оценки последствий изменений климата для физических и биологических систем / под ред. С.М. Семенова. – М.: Росгидромет, 2012. – 511 с.
2. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. – М.: Гидрометеиздат, 1975. – 15 с.
3. Переведенцев, Ю.П. Климат и окружающая среда Приволжского федерального округа / Ю.П. Переведенцев, В.В. Соколов, Э.П. Наумов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2013. – 274 с.
4. Селянинов, Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г.Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165–177.
5. Барановский, Н.В. Модель прогноза и мониторинг лесной пожарной опасности / Н.В. Барановский // Экология и промышленность России. – 2008. – № 9. – С. 59–61.
6. Коровин, Г.Н. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России / Г.Н. Коровин, А.С. Исаев // Лесной бюллетень. – 1998. – № 8–9.
7. Анализ изменения пожароопасной обстановки в лесах Сибири в XX и XXI веках на основе моделирования климатических условий / С.П. Малевский-Малевич, Е.К. Молькентин, Е.Д. Надежина, А.А. Семиошина, И.А. Салль, Е.И. Хлебникова, О.Б. Шкляревич // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 3. – С. 14–24.
8. Хан, В.М. Долгосрочное прогнозирование пожарной опасности лесов на основе ансамблевых сезонных прогнозов по модели ПЛАВ / В.М. Хан // Метеорология и гидрология. – 2012. – № 8. – С. 5–17.
9. Особенности проявления современного потепления климата в тропосфере Атлантико-Европейской региона / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 2. – С. 38–47.
10. Современные изменения климата Республики Татарстан / Ю.П. Переведенцев, Н.В. Исмагилов, Б.Г. Шерстюков, Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский, Ф.В. Гоголь // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2008. – № 2. – С. 13–23.
11. Переведенцев, Ю.П. Климат Казани и его изменения в современный период / Ю.П. Переведенцев. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2006. – 215 с.
12. Переведенцев, Ю.П. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области / Ю.П. Переведенцев, М.О. Френкель, М.З. Шаймарданов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2010. – 241 с.
13. Климатические изменения в Приволжском федеральном округе в XIX–XXI веках / Ю.П. Переведенцев, Б.Г. Шерстюков, К.М. Шанталинский, В.В. Гурьянов, Т.Р. Аухадеев // Метеорология и гидрология. – 2020. – № 6. – С. 36–46.
14. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 г.: сборник докладов / под ред. Н.П. Шакиной. – М.: Триада, ЛТД, 2011. – 72 с.

Поступила в редакцию 20.04.2022

Переведенцев Юрий Петрович, доктор географических наук,  
профессор кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы.  
E-mail: [urereved@kpfu.ru](mailto:urereved@kpfu.ru)

Гусаров Артем Викторович, кандидат географических наук, лаборант-исследователь  
НИЛ палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма.  
E-mail: [avgusarov@mail.ru](mailto:avgusarov@mail.ru)

Аухадеев Тимур Ринатович, кандидат географических наук,  
доцент кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы.  
E-mail: [TRAuhadeev@kpfu.ru](mailto:TRAuhadeev@kpfu.ru)

Мирсаева Надежда Александровна, кандидат географических наук,  
заведующий кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы.  
E-mail: [NAMirsaeva@kpfu.ru](mailto:NAMirsaeva@kpfu.ru)

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Шерстюков Борис Георгиевич, доктор географических наук,  
заведующий лабораторией исследования последствий изменения климата.  
Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации –  
Мировой центр данных.  
249035, Россия, г. Обнинск, ул. Королева, д. 6  
E-mail: boris\_sher@mail.ru

Лопух Петр Степанович, доктор географических наук, профессор кафедры  
общего землеведения и гидрометеорологии  
Белорусский государственный университет.  
220030, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, д. 4  
E-mail: lopuch49@mail.ru

**Yu.P. Perevedentsev, B.G. Sherstyukov, A.V. Gusarov, T.R. Aukhadeev, N.A. Mirsaeva, P.S. Lopukh**  
**MONITORING OF FOREST FIRES IN THE TERRITORY OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT**  
**IN RECENT DECADES**

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-2-149-157

The distribution of forest fires across the territory of the Volga Federal District (VFD) in the period 1992–2020 is considered. The distribution of the number of fires in the subjects of the Volga Federal District is shown depending on their forest cover and season. The peak of the number of fires was revealed in 2010, when the entire territory of the region was covered by a severe drought, which led to a multiple increase in the area of forests covered by fire. An increase in the number of forest fires in recent years due to the active phase of climate warming has been noted.

*Keywords:* fire hazard in forests; climate warming; number of fires; atmospheric drought.

REFERENCES

1. *Metody otsenki posledstviy izmeneniy klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh sistem* [Methods for assessing the consequences of climate change for physical and biological systems], Semenov C.M. (ed), Moscow: Rosgidromet Publ., 2012, 511 p. (in Russ.).
2. *Metodicheskie ukazaniya po prognozirovaniyu pozharoy opasnosti v lesakh po usloviyam pogody* [Guidelines for forecasting fire danger in forests according to weather conditions], Moscow: Gidrometeoizdat, 1975, 15 p. (in Russ.).
3. Perevedentsev Yu.P., Sokolov V.V., Naumov E.P. *Klimat i okruzhayushchaya sreda Privolzhskogo federal'nogo okruga* [Climate and environment of the Volga Federal District], Kazan: Kazan. Univ., 2013, 274 p. (in Russ.).
4. Selyaninov G.T. *O sel'skokhozyaystvennoy otsenke klimata* [On agricultural climate assessment], in *Trudy po sel'skokhozyaystvennoy meteorologii*, 1928, iss. 20, pp. 165-177 (in Russ.).
5. Baranovsky N.V. [Deterministic-probabilistic model of forecasting and monitoring of forest-fire danger], in *Ekologiya i promyshlennost Rossii [Ecology and industry of Russia]*, 2008, no. 9, pp. 59-61 (in Russ.).
6. Korovin G.N., Isaev A.S. *Okhrana lesov ot pozharov kak vazhneyshiy element natsional'noy bezopasnosti Rossii* [Protection of forests from fires as the most important element of Russia's national security], in *Lesnoy byulleten' [Forest Bulletin]*, 1998, no. 8-9 (in Russ.).
7. Malevskii-Malevich S.P., Mol'kentin E.K., Nadezhina E.D., Semioshina A.A., Sall' I.A., Khlebnikova E.I., Shklyarevich O.B. [Analysis of changes in fire-hazard conditions in the forests in Russia in the 20th and 21st centuries on the basis of climate modeling], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2007, no. 3, pp. 14-24 (in Russ.).
8. Khan V.M. [Long-Range Forecasting of Forest Fire Risk Based on the PLAV Model Seasonal Ensemble Forecasts], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2012, no. 8, pp. 5-17 (in Russ.).
9. Perevedentsev Yu.P., Vereshchagin M.A., Naumov E.P., Shantalinskii K.M. [Features of Manifestation of Present-Day Climate Warming in the Troposphere of the Atlantic-European Region], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2004, no. 2, pp. 38-47 (in Russ.).
10. Perevedentsev Yu.P., Ismagilov N.V., Sherstyukov B.G., Naumov E.P., Shantalinsky K.M., Gogol F.V. [Modern climate changes of the Tatarstan Republic], in *Vestn. Voronezh. Gos. Univ. Ser. Geografiya. Geoekologiya*, 2008, no. 2, pp. 13-23 (in Russ.).
11. Perevedentsev Yu.P. *Klimat Kazani i ego izmeneniya v sovremennyy period* [The climate of Kazan and its changes in the modern period], Kazan: Kazan. Univ., 2006, 215 p. (in Russ.).

12. Perevedentsev Yu.P., Frenkel' M.O., Shaymardanov M.Z. *Sovremennye izmeneniya klimaticheskikh usloviy i resursov Kirovskoy oblasti* [Modern changes in climatic conditions and resources of the Kirov region], Kazan: Kazan. Univ, 2010, 241 p. (in Russ.).
13. Perevedentsev Yu.P., Sherstyukov B.G., Shantalinskii K.M., Guryanov V.V., Aukhadeev T.R. [Climate Changes in the Volga Federal District in the 19th–21st Centuries], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2020, no. 6, pp. 36–46 (in Russ.).
14. *Analiz usloviy anomal'noy pogody na territorii Rossii letom 2010 g. Sbornik dokladov* [Analysis of abnormal weather conditions on the territory of Russia in the summer of 2010. Collection of reports], Shakina N.P. (ed), Moscow: Triada, LTD Publ., 2011, 72 p. (in Russ.).

Received 20.04.2022

Perevedentsev Yu.P., Doctor of Geography, Professor of the Department of Meteorology, Climatology and Atmospheric Ecology  
E-mail: ypereved@kpfu.ru

Gusarov A.V., Candidate of Geography, Research Laboratory Assistant of the Scientific Research Laboratory of Paleoclimatology, Paleocology, Paleomagnetism  
E-mail: avgusarov@mail.ru

Aukhadeev T.R., Candidate of Geography, Associate Professor of the Department of Meteorology, Climatology and Atmospheric Ecology  
E-mail: TRAukhadeev@kpfu.ru

Mirsaeva N.A., Candidate of Geography, Head of the of the Department of Meteorology, Climatology and Atmospheric Ecology  
E-mail: NAMirsaeva@kpfu.ru

Kazan (Volga Region) Federal University  
Kremlevskaya st., 18, Kazan, Russia, 420008

Sherstyukov B.G., Doctor of Geography, Head of the Laboratory for Studying the Effects of Climate Change Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center  
Koroleva st., 6, Obninsk, Russia, 249035  
E-mail: boris\_sher@mail.ru

Lopukh P.S., Doctor of Geography, Professor of the Department of General Geography and Hydrometeorology Belarusian State University  
Nezavisimosti Avenue, 4, Minsk, Republic of Belarus, 220030  
E-mail: lopuch49@mail.ru