

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

В.И. Акселевич¹, А.Р. Иошпа²

¹ Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург

² Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
vaksster@gmail.com, aioshpa@sfedu.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам изменения климата в климатическом квазиоднородном районе Северного Кавказа и связи изменения климата с причинами возникновения природных и лесных пожаров. Ряд наблюдений включает 10 лет (2014–2023) и основан на ежемесячных климатических обзорах ВНИИГМИ – МЦД. В ежегодных отчетах изучались ежемесячные картосхемы для определения преобладающего цвета в закраске территории избранного климатического квазиоднородного района. Для аномалий температуры воздуха красный цвет и его оттенки свидетельствовали о положительном отклонении, а синий цвет и его оттенки – об отрицательном отклонении. По картам отклонения количества осадков от нормы определялась «влажность» и «сухость» климатических квазиоднородных районов в зависимости от преобладающего цвета окраски территории. «Сухими» считали регионы, закрасенные желтым цветом, «влажными» – зеленым. В первую пятилетку (2014–2018 гг.) положительная аномалия температуры на Северном Кавказе наблюдалась 49 месяцев из 60, во вторую пятилетку – (2019–2023 гг.) – 45 месяцев из 60, а всего за 10 лет – 94 месяца из 120. По влажности в первую пятилетку увеличение относительно нормы отмечалось 32 месяца из 56, во вторую – 35 месяцев из 59, а всего за 10 лет (2014–2023 гг.) – 67 месяцев из 115. Информация о количестве природных и лесных пожаров бралась из системы Vega-Science с помощью суммирования ежедневной информации о количестве пожаров и площади, пройденной огнем. Максимум природных пожаров за десятилетие (2014–2023 гг.) пришелся на 2020 г., лесных пожаров (т.е. пожаров на землях лесного фонда) – на 2019 г., а наибольшая площадь леса, пройденная огнем, наблюдалась в 2021 г. Четкая корреляция между среднегодовой температурой и годовым количеством осадков с пожарами однозначно отсутствует, но в целом глобальное потепление климата способствует увеличению числа пожаров и увеличению количества осадков.

Ключевые слова: изменение климата, аномалии, норма, температура воздуха, количество осадков, пожары.

Для анализа изменений климата были использованы материалы обзоров погодных условий на территории РФ в 2014–2023 гг., выполненных ВНИИГМИ – МЦД. Для расчета аномалий (отклонений наблюдаемых значений от нормы) в качестве нормы были приняты многолетние средние за период 1961–1990 гг. и в 2022–2023 гг. средние за период 1991–2020 гг. значения метеорологических величин. В обзорах построены карты пространственного распределения среднемесячных аномалий температуры воздуха. Пространственное осреднение за период с 1936 по 2023 г. выполнено по данным 383 метеорологических станций РФ.

Исследование режима атмосферных осадков на территории России проводилось по данным инструментальных наблюдений месячного разрешения, с 1936 по 2023 г., на тех же станциях государственной наблюдательной сети РФ, которые использовались для анализа температурного режима.

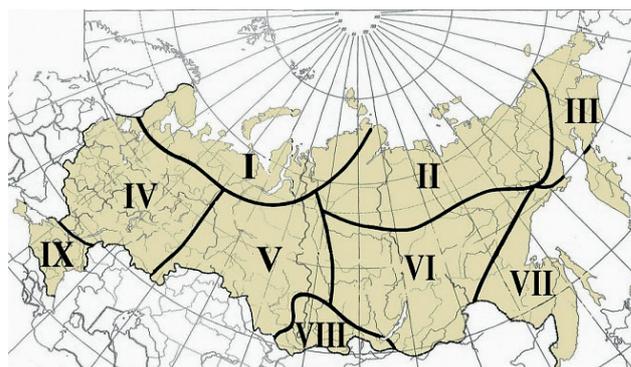


Рис. 1. Квазиоднородные климатические районы России [1]

На основании открытой информации ВНИИГМИ – МЦД (табл. 1) осуществлен анализ знака аномалий температуры и осадков в Северо-Кавказском квазиоднородном районе (рис. 1) за 10 лет (2014–2023 гг.) по осредненным данным ежемесячных наблюдений.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблица 1. Знаки аномалий температуры и осадков в Северо-Кавказском регионе в 2014–2023 гг.

Годы	МВ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2023	Т-ра	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
	О-и	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+
2022	Т-ра	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
	О-и	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-
2021	Т-ра	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
	О-и	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		-
2020	Т-ра	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
	О-и	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
2019	Т-ра	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+
	О-и	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
2018	Т-ра	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	О-и	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	
2017	Т-ра	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
	О-и	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+
2016	Т-ра	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	О-и	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
2015	Т-ра	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
	О-и			+	+	+	+	-	-	-	+	+	
2014	Т-ра	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
	О-и	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-

В таблице 1 знак «+» соответствует наличию положительной аномалии температуры и превышению количества осадков над нормой в Северо-Кавказском регионе, знак «-» – наличию отрицательного отклонения температуры воздуха у поверхности Земли и соответственно отрицательного отклонения количества осадков от нормы. Таблицы составлялись на основании приведенных в обзорах карт аномалий среднемесячной температуры воздуха на территории РФ в указанные месяцы и годы и ежемесячных карт отношений к норме месячной суммы осадков на территории РФ в те же месяцы и годы.

Незаполненность некоторых ячеек таблицы объясняется отсутствием соответствующих исходных для нашего исследования карт в обзорах. Поэтому не приводится информация об отношении месячных сумм осадков к норме для ноября 2021 г., декабря 2018 г., января, февраля, декабря 2015 г.

В первую пятилетку (2014–2018 гг.) положительная аномалия температуры на Северном

Кавказе наблюдалась 49 месяцев из 60, во вторую пятилетку (2019–2023 гг.) – 45 месяцев из 60, а всего за 10 лет – 94 месяца из 120. По влажности в первую пятилетку увеличение влажности относительно нормы отмечалось 32 месяца из 56, во вторую – 35 месяцев из 59, а всего за 10 лет (2014–2023 гг.) – 67 месяцев из 115.

По климатическому анализу за 1976–2011 гг. в районе Северного Кавказа виден положительный среднегодовой тренд температуры величиной 0,4–0,6 град/10 лет (рис. 2).

Зимой, летом и осенью наблюдается положительный тренд температуры величиной 0,5–0,6 град/10 лет, и только весной 0,1–0,3 град/10 лет.

2014 г. в целом был теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму за 1961–1990 гг. на 1,28 °С. Этот год стал восьмым в ряду самых теплых лет с 1939 г. Во всех регионах страны наблюдались положительные аномалии годовой температуры воздуха.

2015 г. в целом был теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории

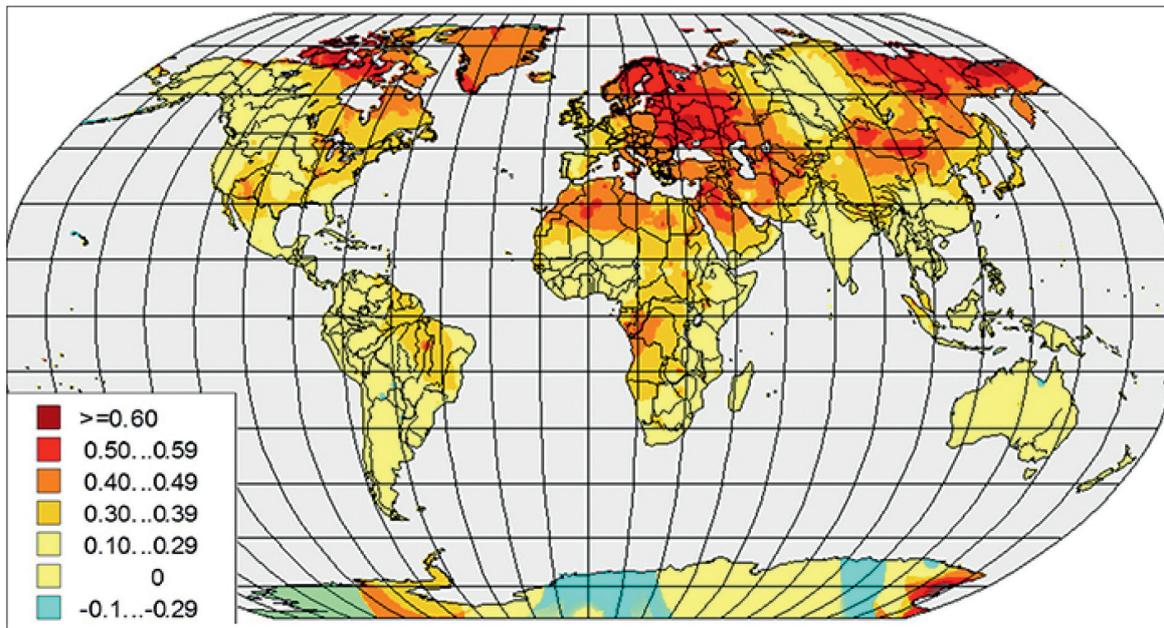


Рис. 2. Среднегодовые тренды температуры за период 1976–2011 гг. [2]

России, превысила норму за 1961–1990 гг. на 2,16 °С. Этот год стал самым теплым за период наблюдений с 1939 г. Во всех регионах России получены положительные аномалии средней за 2015 г. температуры воздуха. Во все сезоны года аномалии среднесезонной температуры воздуха, осредненной по территории, положительные. Наиболее теплой выдалась зима с аномалией среднесезонной температуры воздуха 3,56 °С. Эта величина стала рекордной за период наблюдений с 1939 г. Основной вклад в эту аномалию внесли экстремально теплые на большей части страны январь и февраль. Также очень теплой оказалась и весна, аномалия средней за сезон температуры воздуха составила 2,32 °С. Это четвертая величина в ранжированном ряду самых теплых весенних сезонов с 1939 г.

2016 г. в целом был теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму за 1961–1990 гг. на 1,54 °С. Это седьмая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1939 г. Во все сезоны, за исключением осени, среднесезонная температура воздуха превышала климатическую норму, причем все положительные аномалии вошли в первую пятерку самых больших в ранжированном ряду. Осень в этом году, в отличие от многих предыдущих, на большей части страны выдалась ранней и холодной. Во многих районах погода на 1,5–2 не-

дели опережала календарь. В результате в целом по России среднесезонная температура оказалась ниже нормы на 0,18 °С.

2017 г. в целом был теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму за 1961–1990 гг. на 2,02 °С. Это четвертая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1939 г. Во все сезоны среднесезонная температура воздуха превышала климатическую норму, но только весенняя аномалия вошла в первую пятерку самых больших в ранжированном ряду. Годовое количество осадков в 2017 г. в целом для России составило 111 % от нормы 1961–1990 гг. Это вторая величина в ранжированном ряду с 1939 г., более «сырым» был только 2013 г. (112 %).

2018 г. в целом был теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму за 1961–1990 гг. на 1,58 °С. Это девятая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 г. Во все сезоны среднесезонная температура воздуха превышала климатическую норму, но особенно теплой выдалась осень, которая оказалась второй самой теплой за рассматриваемый период. Годовое количество осадков в целом для России составило 104 % от нормы 1961–1990 гг.

2019 г. был очень теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории

России, превысила норму 1961–1990 гг. на 2,07 °С, что почти на 0,5 °С больше, чем в предыдущий год. Это четвертая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1939 г. Во все сезоны среднесезонная температура воздуха превышала климатическую норму, но особенно теплой выдалась весна, которая оказалась четвертой самой теплой за рассматриваемый период. После некоторого спада зимних температур в первом десятилетии нынешнего столетия зимы в России вновь стали «теплеть», хотя зима 2019 г. со средней температурой на 2,12 °С выше нормы стала только 15-й в ранжированном ряду наблюдений с 1939 г. Годовое количество осадков в целом для России составило 108 % от нормы 1961–1990 гг. Это 6-я величина в ранжированном ряду с 1936 г.

2020 г. был очень теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму 1961–1990 гг. на 3,22 °С. Эта величина стала рекордной в ранжированном ряду наблюдений с 1939 г., более чем на 1 °С превысив прежний рекорд 2007 г. (2,19 °С). Во все сезоны среднесезонная температура воздуха превышала климатическую норму и, за исключением лета, стала также рекордной. Кроме того, 2020 г. стал самым теплым за рассматриваемый период как на европейской, так и на азиатской территории страны. Годовое количество осадков в целом для России составило 106 % от нормы 1961–1990 гг. Больше осадков досталось азиатской части страны (109 %, 5–6-я величина в ранжированном ряду с 1939 г.), меньше – европейской (101 %). Наиболее богатой на осадки для России в целом оказались зима (120 %, ранг 3) и весна (121 %, ранг 4).

2021 г. был гораздо менее теплым, чем предыдущий, средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму 1961–1990 гг. на 1,47 °С. Во все сезоны среднесезонная температура воздуха превысила климатическую норму, хотя для зимы превышение можно считать символическим (0,05 °С). Наиболее теплым выдалось лето, аномалия среднесезонной температуры составила 2,05 °С и стала рекордной за период с 1939 г. В 2021 г. наиболее теплой зима выдалась на Северном Кавказе, сезонная аномалия составила 1,71 °С. Годовое количество осадков в целом для России составило 107 % от нормы 1961–1990 гг., что чуть больше, чем в 2020 г. Больше осадков досталось европейской части стра-

ны (110 %, 6-я величина в ранжированном ряду с 1939 г.), меньше – азиатской (106 %, ранг 13).

2022 г. был гораздо менее теплым, чем предыдущий, средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму 1991–2020 гг. на 0,78 °С. Во все сезоны, за исключением весны, среднесезонная температура воздуха превысила климатическую норму. Весна выдалась холодной, аномалия сезонной температуры составила 0,92 °С. Все сезоны 2022 г., кроме зимы, оказались холоднее, чем в предыдущем году. На Северном Кавказе зимой 2022 г. сезонная аномалия, то есть среднезимняя температура воздуха, превысила климатическую норму и составила 0,99 °С. Годовое количество осадков в целом для России составило 106 % от нормы 1991–2020 гг.

2023 г. был более теплым, чем предыдущий, средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила норму 1991–2020 гг. на 0,99 °С. Во всех квазиоднородных климатических районах среднезимняя температура воздуха превысила климатическую норму. Годовое количество осадков в целом для России составило 105 % от нормы 1991–2020 гг.

Таким образом, начиная с 1939 г. самым теплым годом в целом по России был 2020 г., а за ним следуют 2023 и 2022 гг. По количеству осадков самым «сырым» был 2013 г., а за ним – 2017 г. Климатическая норма по годовому количеству осадков выросла с 1961–1990 до 1991–2020 г. в Москве на 3 %, а в Санкт-Петербурге – на 5 %.

Система Вега решает множество исследовательских, мониторинговых и прикладных задач, включая получение сведений о повреждениях лесов пожарами (пройденная огнем площадь, степень повреждения лесов и величина постпожарного отпада) [3].

Из таблицы 2 следует, что максимум природных пожаров за десятилетие (2014–2023 гг.) пришелся на 2020 г., лесных пожаров (т.е. пожаров на землях лесного фонда) – на 2019 г., а наибольшая площадь леса, пройденная огнем, наблюдалась в 2021 г. Наименьшие показатели характерны для 2015 г. Разница между наибольшим и наименьшим количеством природных пожаров за год составила 72 %, лесных – 68 %, а разница между наибольшей и наименьшей площадью леса, пройденной огнем, – 79 %. В 2018 г. все показатели резко увеличились, после достижения максимумов пошли на спад, но пока не достигли минимальных значений.

Таблица 2. Количество природных и лесных пожаров в РФ и площадь леса, пройденная огнем в 2014–2023 гг. (с апреля по ноябрь) по данным системы Вега

Годы	Природные пожары	Лесные пожары	Площадь, пройденная огнем, тыс. га
2023	107 781	47 819	5039,3
2022	104 373	41 994	4374,2
2021	126 284	58 157	13 522,9
2020	142 218	61 181	10 310,9
2019	140 481	63 116	9560,4
2018	141 025	56 517	9916,4
2017	83 268	34 682	2983,8
2016	53 670	29 806	5796,7
2015	40 287	20 284	2820,2
2014	60 453	22 340	5107,6

Таблица 3. Количество природных пожаров в РФ в 2014–2023 гг. (с апреля по ноябрь) по данным системы Вега

Годы	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
2023	28 953	1 6447	8904	14 062	15 967	10 983	9941	2524
2022	28 944	20 318	9261	14 275	13 533	7221	8256	2565
2021	36 258	18 581	11 160	18 632	16 461	8397	13 459	3336
2020	44 718	12 150	13 189	18 961	17 854	17 148	14 662	3536
2019	52 645	20 997	1 1248	20 820	17 954	11 540	11 991	5480
2018	35 256	24 849	13 904	17 567	17 733	13 335	13 268	5047
2017	16 747	8006	4939	7354	20 526	12 921	10 499	2276
2016	10 679	8427	4419	9504	7402	8010	3994	1235
2015	9778	6874	2271	6484	6193	5251	2694	812
2014	18 780	9393	2827	7086	5905	4728	4250	398

Таблица 4. Количество лесных пожаров в 2014–2023 гг. (с апреля по ноябрь) по данным системы Вега

Годы	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
2023	8551	6979	4755	8910	7987	4484	4856	3064
2022	11 592	9626	3559	7231	4186	2012	1297	718
2021	14 491	8215	5525	11 128	7639	3848	5491	1823
2020	19 774	4969	7521	10 079	7120	5335	4869	1514
2019	18 191	8715	5071	13 412	9304	3028	3734	1661
2018	14 768	9188	6524	10 564	5667	4133	4694	1379
2017	7147	3752	3611	4925	7925	2730	3657	935
2016	4155	5926	3271	6382	2720	5243	1714	395
2015	5130	3815	1319	4294	2996	1402	1084	244
2014	7113	4767	1924	4365	2144	975	963	89

Как видно из таблицы 3, наибольшее количество природных пожаров возникало в апреле, за исключением 2017 г., когда максимум природных пожаров наблюдался в августе. Наименьшее число пожаров

регистрировалось в ноябре. Если взять вторые по числу пожаров месяцы, то это в шести случаях будет май, в трех – июль и в 2017 г. – апрель. Если рассматривать кривые количественного распределения

пожаров по годам, то в 2023 г. после локального минимума в июне наблюдался локальный максимум в августе, в 2022 г. – локальный минимум в июне и сентябре, локальные максимумы – в июле и октябре, в 2021 г. – локальные минимумы в июне и сентябре, локальные максимумы – в июле и октябре, в 2020 г. – локальный минимум в мае, максимум – в июле, в 2019 г. – локальные минимумы в июне и сентябре, максимумы – в июле и октябре, в 2018 г. – локальный минимум в июне, максимум – в августе, в 2017 г. – локальный минимум в июне, а абсолютный максимум – в августе, в 2016 г. – локальные минимумы в июне и августе, максимум – в июле, в 2015 г. – локальный минимум в июле, максимум – в июле, в 2014 г. также локальный минимум в июне, а максимум в июле.

Список литературы

1. Погода на территории Российской Федерации в 2014 году. URL: meteo.ru/wp-content/uploads/2024/03/Погода-на-территории-Российской-Федерации-в-2014-году (дата обращения: 20.05.2024).

2. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Meteo.ru. URL: meteo.ru/activity/climate/russian-climate-monitoring/ (дата обращения: 20.05.2024).

7 лет из 10 больше всего лесных пожаров наблюдалось в апреле, в 2023 и 2016 гг. – в июле, в 2017 г. – в августе. Говоря о причинах лесных пожаров, выразим несогласие с постулатом, предложенным уважаемыми авторами [4] о том, что примерно 97 % лесных пожаров происходит по вине человека. На самом деле, большая часть лесных пожаров фиксируется из космоса в труднодоступных районах тайги и лесотундры, где людей проживает очень мало.

Таким образом, четкая корреляция между среднегодовой температурой и годовым количеством осадков с пожарами однозначно отсутствует, но, в целом, глобальное потепление климата способствует увеличению числа пожаров и увеличению количества осадков.

3. Лупян Е.А., Прошин А.А., Буцев М.А. и др. Система «Veга-Science»: особенности построения, основные возможности и опыт использования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 6. С. 9–31.

4. Данилов-Данильян В.И., Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93. № 11. С. 1032–1046.

CLIMATE CHANGE AND CAUSES OF NATURAL FIRES

V.I. Akselevich¹, A.R. Ioshpa²

¹ St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, Saint-Petersburg

² Southern Federal University, Rostov-on-Don
vaksster@gmail.com aioshpa@sfedu.ru

Annotation. The article is devoted to the issues of climate change in the climatic quasi-homogeneous region of the North Caucasus and the connection between climate change and the causes of natural and forest fires. The series of observations covers 10 years (2014–2023) and is based on monthly climate reviews of VNIIGMI-WDC. In annual reports, monthly maps were studied to determine the predominant color in the shading of the territory of a selected climatic quasi-homogeneous region. For air temperature anomalies, the red color and its shades indicated a positive deviation, and the blue color and its shades indicated a negative deviation. Using maps of deviations of precipitation from the norm, the “humidity” and “dryness” of climatic quasi-homogeneous regions were determined depending on the predominant color of the territory. Regions shaded in yellow were considered “dry”; regions shaded in green were considered “wet”. In the first five-year plan (2014–2018), a positive temperature anomaly in the North Caucasus was observed in 49 out of 60 months, in the second five-year plan (2019–2023) – 45 out of 60 months, and in just 10 years – 94 out of 120 months. In terms of humidity in the first five-year plan an increase in humidity relative to the norm was observed in 32 out of 56 months, in the second – 35 out of 59 months, and in just 10 years (2014–2023) – 67 out of 115 months. Information on the number of natural and forest fires was taken from the Vega-Science system using summation daily information on the number of fires and the area covered by the fire. The maximum number of natural fires in the decade (2014–2023) occurred in 2020, forest fires (i.e., fires on forest lands) in 2019, and the largest forest area covered by fire was observed in 2021. There is no clear correlation between the average annual temperature and annual precipitation with fires, but, in general, global warming contributes to an increase in the number of fires and an increase in precipitation.

Keywords: climate change, anomalies, norm, air temperature, precipitation, fires.

References

1. *Pogoda na territorii Rossiyskoy Federatsii v 2014 godu.* URL: meteo.ru/wp-content/uploads/2024/03/Pogoda-na-territorii-Rossiyskoy-Federatsii-v-2014-godu (accessed: 20.05.2024).
2. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoy informacii – Mirovoj centr dannyh. Meteo.ru. URL: meteo.ru/activity/climate/russian-climate-monitoring/ (accessed: 20.05.2024).
3. Lupyan E.A., Proshin A.A., Burtsev M.A. et al. 2021. [The Vega-Science system: design features, main capabilities and experience of use]. In: *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa.* 18(6): 9–31.
4. Danilov-Danil'yan V.I., Kattsov V.M.: Porfir'ev B.N. 2023. [Ecology and climate: where we are now and where we will be in two or three decades. The situation in Russia]. *Vestnik Rossiyskoy Akademii nauk.* 93(11): 1032–1046.