



УДК 502.57(252.51): 614.84

<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.43.62>

## Особенности формирования и реализации пожароопасных обстановок в Урало-Каспийском регионе в аномально жаркие и засушливые годы

В. М. Павлейчик, Э. Р. Языкбаев, Ж. Т. Сивоhip, Ю. А. Падалко\*

*Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты анализа взаимосвязи между метеорологическими показателями пожароопасности и собственно развитием природных пожаров. Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования достоверного представления о предпосылках и тенденциях развития пожаров на фоне изменений в региональном климате, сопровождающихся усилением его аномальности. С целью решения поставленных задач выявлены особенности возникновения и распространения природных пожаров в отдельные аномально жаркие и засушливые годы, отмечавшиеся в Урало-Каспийском регионе, – 2010-й и 2021-й. Полученные данные, отражающие степень пожарной опасности и обширность распространения пожаров, сопоставлены со среднемноголетними (2001–2021 гг.) показателями и с более продолжительными рядами данных. В ходе исследования определены особенности сезонного развития пожаров за пожароопасные периоды рассматриваемых лет в целом по региону и с учетом его природно-зональной неоднородности. Сделан вывод, что внедрение действенных методов управления обстановками способно минимизировать уровень пирогенных воздействий на степные экосистемы, сократить угрозы причинения ущерба и обеспечить безопасность населения.

**Ключевые слова:** пожароопасная обстановка, природные пожары, метеорологические аномалии.

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках темы государственного задания № АААА-А21-121011190016-1 «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».

**Для цитирования:** Особенности формирования и реализации пожароопасных обстановок в Урало-Каспийском регионе в аномально жаркие и засушливые годы / В. М. Павлейчик, Э. Р. Языкбаев, Ж. Т. Сивоhip, Ю. А. Падалко // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2023. Т. 43. С. 62–78. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.43.62>

Original article

## Features of the Formation and Implementation of Fire-Hazardous Situations in the Ural-Caspian Region in Abnormally Hot and Dry Years

V. M. Pavleychik, E. R. Yazykbayev, Zh. T. Sivohip, Yu. A. Padalko\*

*Institute of Stepe of the UB RAS, Orenburg, Russian Federation*

**Abstract.** The results of the analysis of the relationship between meteorological indicators of fire hazard and the actual development of wildfires are presented. The relevance of the study is due to the need to form a reliable understanding of the prerequisites and trends in the development of fires against the background of changes in the regional climate, accompanied by an increase in its anomaly. The main methodological approach to solving the tasks was to identify the features of the occurrence and spread of wildfires in some abnormally hot and dry years observed in the Ural-Caspian region – 2010 and 2021. The data obtained, reflecting the degree of fire danger and the vastness of the spread of fires, were compared with the average long-term (2001-2021) indicators and with longer data series. The study revealed the features of the seasonal development of fires during the fire-hazardous periods of the years under consideration in the whole region and taking into account its natural-zonal heterogeneity. Despite the fact that the occurrence of fires in general is stochastic in nature, some data indicate a predominantly agricultural nature of fires. Abnormally hot and dry years were not significantly distinguished by the degree of burning of steppe and desert landscapes; the exception was the extensive spread of fires in the forest and forest-steppe lowlands of the Southern Urals in 2021. The absence of statistically significant relationships between the indicators is evidence that weather conditions, although they form fire hazard conditions, are not decisive for their implementation. The occurrence and spread of fires depend on a complex combination and interaction of many natural and anthropogenic factors. In this regard, we believe that the introduction of effective methods of environmental management can minimize the level of pyrogenic impacts on steppe ecosystems, reduce the threat of damage and ensure the safety of the population.

**Keywords:** fire-hazardous situation, natural fires, meteorological anomalies.

---

**For citation:** Pavleychik V. M., Yazykbayev E. R., Sivohip Zh. T., Padalko Yu. A. Features of the Formation and Implementation of Fire-Hazardous Situations in the Ural-Caspian Region in Abnormally Hot and Dry Years. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2023, vol. 43, pp. 62-78. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.43.62> (in Russian)

---

## Введение

Природные пожары представляют собой актуальную угрозу экологической и экономической безопасности, в связи с чем проблема выявления предпосылок и закономерностей их развития, несомненно, вызывает научный и практический интерес. В географических регионах с преобладанием травянистых биомов, к которым относятся лесостепи, степи и пустыни Северной Евразии, условия и причины возникновения и развития природных пожаров, уровень пирогенного воздействия и особенности постпирогенного состояния заметно отличаются от таковых на залесенных территориях.

Термин «пожароопасная обстановка» (или «ситуация») в отношении природных пожаров в научной литературе и в нормативных ведомственных документах, как правило, используется в контексте оценки метеорологических условий возникновения и распространения огня. Вместе с тем результаты пирологических исследований по лесостепям, степям и пустыням Северной Евразии свидетельствуют о том, что условия пожарной опасности не ограничиваются лишь метеоусловиями [Pavleichik, 2021]. Более того, выявлено, что важнейшие изменения в многолетнем пирологическом режиме стали следствием сокращения сельскохозяйственной нагрузки и активного восстановления растительного покрова [Dubinin, Lushchekina, Radeloff, 2010; Pavleichik, Chibilev, 2018; Post-Soviet Land-Use ... , 2020].

Именно такие пирологические свойства растительного покрова степей и пустынь, как степень сомкнутости, наличие слоя ветоши и войлока, во многом определяют способность к возгоранию и поддержанию процесса горения, которая реализуется в благоприятные периоды отдельных лет. Добавим,

что практически повсеместно в сельскохозяйственных районах сохраняется практика использования огня в сельскохозяйственных целях, служащая одной из причин возникновения природных пожаров [A MODIS-based burned ... , 2016; Spring fires ... , 2021]. Таким образом, формирование определенных пожароопасных обстановок в специфических условиях ландшафтов с преобладанием травянистых биомов (в нашем случае лесостепей, степей и пустынь) хоть и имеет под собой метеорологическую основу, но ею далеко не ограничивается. Резюмируя вышесказанное, следует констатировать, что в многолетнем аспекте уровень развития пожаров в степных регионах определяется состоянием растительного покрова в различные фазы интенсивности аграрного производства, тогда как межгодовые вариации обеспечиваются погодными условиями отдельных лет.

Для степных регионов Северной Евразии и сопредельных территорий характерным является формирование относительно устойчивой антициклональной погоды на протяжении большей части пожароопасного периода – обычно с мая по август-сентябрь. В этот период преобладающей является засушливая, часто жаркая и суховейная погода. Очевидно, что в серии рассматриваемых лет отмечаются и абсолютно аномальные по погодным условиям годы. Базы метеонаблюдений по привлекаемым метеостанциям (МС) охватывают данные с начала XX в., тогда как возможность получения числовых сведений о пожарах ограничивается серединой 1980-х гг. (снимки спутников Landsat) и с 2001 г. (снимки MODIS, спутники Terra и Aqua) по настоящее время. Из этого следует, что за общий период (1985–2021 гг.) имеется возможность сопоставить данные и сформулировать выводы о роли метеоусловий в развитии пожаров. Но даже предварительный анализ указывает на то, что какой-либо отчетливой, тем более статистически значимой, взаимосвязи между ними не наблюдается. Из этих 37 лет (1985–2021 гг.) наиболее жаркими и засушливыми (по среднемесячным значениям) в рассматриваемом регионе можно считать 1995, 1996, 1998, 2010, 2014 и 2021 гг. Из них два года, 2010 и 2021, по многим метеопоказателям оказались абсолютно аномальными не только за 1985–2021 гг., но и за всю историю наблюдений.

Аномальные значения температур и показателей атмосферного увлажнения в эти два года были отмечены как минимум для всей северной части Евразийского континента. Причины и механизмы формирования аномалии 2010 г. достаточно подробно рассмотрены в работах [Мохов, 2011; Шмакин, Чернавская, Попова, 2013; Попова, 2014; Trenberth, Fasullo, 2012; Wright, de Beurs, Henebry, 2014].

Ввиду не столь явной роли погодных условий в развитии пожаров в качестве основного подхода к проведенным исследованиям стал выбор двух рекордно аномальных жарких и засушливых лет (2010 и 2021 гг.), по которым были обобщены и проанализированы показатели, отражающие особенности формирования и реализации пожароопасной обстановки в контексте метеорологических условий. Немаловажным вопросом остается выявление и изучение пространственной неоднородности метеоусловий и параметров развития пожаров, в связи с чем анализ проведен применительно к обширному географическому региону, охватывающему Нижнее и Среднее Повол-

жье, Предуралье и Южный Урал, Северный Прикаспий и Приаралье, Тургай и юг Западной Сибири, обозначаемому далее по тексту как Урало-Каспийский регион. Краткий обзор пространственной и многолетней неоднородности метеорологических и пирологических условий в данном регионе был подготовлен ранее [Pavleichik, 2021], выполнен на основе расчетов гидротермических индексов Селянинова, коэффициентов аномальности Багрова и Токарева (по температуре и атмосферным осадкам) и комплексного показателя пожарной опасности (индекс Нестерова).

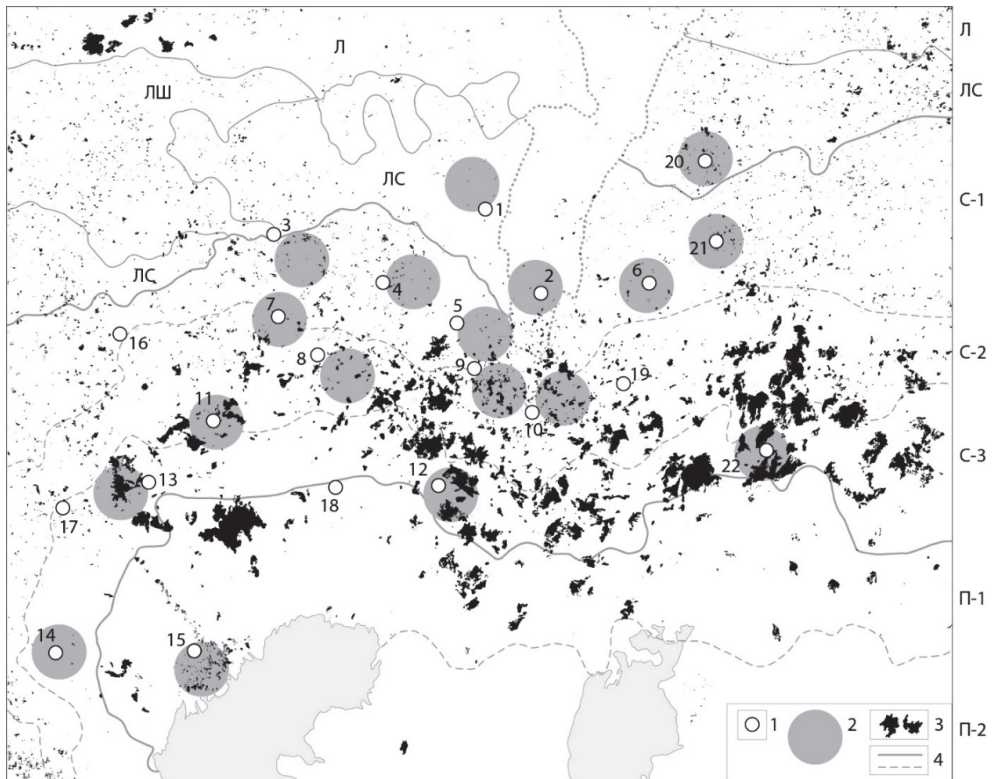
Отдельное внимание было уделено одной из характерных черт климата рассматриваемого региона – периодическим затокам воздушных масс в условиях отсутствия значимых орографических преград, холодных с севера и теплых с юга. Предварительный анализ показал, что именно волны тепла вносят существенный вклад в рост среднесуточных, среднемесячных, а в итоге и среднегодовых температур воздуха. Кроме ухудшения пожароопасной обстановки, летние волны тепла резко увеличивают опасность суховеев, атмосферной и почвенной засухи для сельского хозяйства, могут негативно влиять на здоровье людей.

Исследование причин пространственно-временной изменчивости показателей развития природных пожаров имеет научно-методологический и практический интерес. Результаты проведенных ранее исследований позволяют констатировать, что в последние десятилетия пирогенное воздействие стало одним из ведущих факторов развития степных экосистем. Одновременно не вызывают сомнений выводы специалистов о трансформации глобального и региональных климатов, об усилении его аномальности на фоне роста температур и перестройки циркуляционных процессов в атмосфере [Мохов, Семенова, 2016; Попова, 2018; Бардин, Платова, Самохина, 2019; Золотокрылин, Черенкова, Титкова, 2020; Sixth Assessment Report ... , 2022].

Все эти преобразования, несомненно, будут способствовать формированию несвойственных пожароопасных обстановок и активизации пожарных явлений, что, в свою очередь, может привести к трансформации и ослаблению устойчивости степных экосистем, ухудшению качества окружающей среды, усилению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и угроз безопасности населения.

### **Материалы и методы исследования**

В работе были использованы метеорологические данные из открытого доступа ВНИИГМИ – Мирового центра данных по 22 метеостанциям (рис. 1). В выборе МС при анализе метеоданных и показателей распространения природных пожаров мы исходили из широтно-зональной неоднородности рассматриваемой территории и во многом обусловленных ею смен в структуре использования земельных ресурсов и, в меньшей степени, в освоенности населением. За основу приняты и обобщены серия схем физико-географического и других частных видов районирования, главным образом [Зоны и типы ... , 2010]. Общая площадь региона составляет 2,6 млн км<sup>2</sup>, из них зональные лесостепи занимают около 10 % (0,27 млн км<sup>2</sup>), степи – 41 % (1,07 млн км<sup>2</sup>), пустыни – 28 % (0,75 млн км<sup>2</sup>), горные лесные и лесостепные ландшафты Урала – 3,5 % (рис. 1).



*Рис. 1.* Расположение метеостанций. Распространение пожаров в 2010 г.: 1 – метеостанции (номер на карте: 1 – Стерлитамак, 2 – Зилаир, 3 – Самара, 4 – Сорочинск, 5 – Оренбург, 6 – Бреды, 7 – Перелюб, 8 – Уральск, 9 – Акбулак, 10 – Актобе, 11 – Александров Гай, 12 – Уил, 13 – Эльтон, 14 – Элиста, 15 – Астрахань, 16 – Саратов, 17 – Волгоград, 18 – Тайпак, 19 – Домбаровский, 20 – Троицк, 21 – Костанай, 22 – Тургай); 2 – ареалы для выборки данных по пожарам, приближенные к расположению МС; 3 – площади пожаров 2010 г.; 4 – границы природных зон и подзон: зона тайги, подзона подтайги (ЛШ), зона широколиственных лесов (ЛС), степная зона – северные степи (С-1), средние (сухие) степи (С-2), южные (опустыненные) степи (С-3), пустынная зона – северные пустыни (П-1), средние пустыни (П-2)

На основе анализа многолетних данных по температуре и атмосферным осадкам выявлены особенности погодных условий 2010 и 2021 гг. Для большинства МС рассчитаны посуточные значения комплексного показателя пожарной опасности (КППО, или индекс Нестерова) и гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК).

Исходя из того что развитие наблюдаемых в эти годы «волн тепла» носило общерегиональный характер, анализ этих наиболее пожароопасных периодов проведен по одной МС Оренбург, в качестве основного показателя принято количество дней с максимальными суточными температурами  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше.

Источниками сведений по природным возгораниям в данном исследовании стали архивы данных по тепловым аномалиям (термоточкам) и сгоревшим территориям FIRMS (геоинформационные продукты MCD14ML и

MCD64A1 соответственно). Эти геоданные были верифицированы с использованием результатов визуального дешифрирования ареалов гарей по снимкам MODIS; полученные материалы свидетельствуют о допустимых различиях в площади гарей, в среднем не превышающих 10–15 %. Минимизация влияния пространственной неоднородности на распределение атмосферных осадков была реализована посредством формирования выборки данных по развитию пожаров в границах окружностей с диаметром 100 км (площадь каждой 7853,9 км<sup>2</sup>) (см. рис. 1). Поскольку приоритетом являлось изучение особенностей пирогенной обстановки в фоновых и относительно однотипных условиях, в отдельных случаях центры окружностей были смещены от мест расположения МС на расстояние, как правило, не более длины радиуса. Этим достигалось сведение к минимуму площадей городских и пригородных территорий, пойм и долин крупных рек, отличающихся специфическим характером пирогенной обстановки.

### Результаты и обсуждение

#### *Метеорологические условия формирования пожарных ситуаций.*

Процесс блокирования западного переноса для рассматриваемого региона может отмечаться в любые сезоны года и обычно продолжается до нескольких дней. В отдельных случаях блок может сохраняться до нескольких недель, что и наблюдалось в июле – августе 2010 г. Центр антициклона располагался над Уралом, а по его западной периферии сухие и максимально прогретые воздушные массы из Средней Азии и Казахстана продвигались на северо-запад. Большая продолжительность светового дня усугубляла процесс дополнительным прогревом воздуха. В итоге на обширных площадях европейской территории России (ЕТР) и сопредельных стран отмечались экстремально высокие температуры в течение двух месяцев – июля и августа. Максимальные значения отклонений среднемесячной температуры в 2010 г. были достигнуты на западе рассматриваемой территории (Самара, Саратов, Волгоград) (табл. 1). Засуха охватила практически всю территорию степной зоны, дефицит осадков за летний период (май – август) в среднем по территории составил 72 мм. Самые неблагоприятные условия сложились в Предуралье и на Средней Волге, где дефицит осадков превысил 100 мм за четыре месяца.

В то же время метеостанции, расположенные в Зауралье и на юге Западной Сибири (Троицк, Костанай, Тургай), не фиксировали особо значимых отклонений ни по температуре, ни по увлажнению. На МС, занимающих центральное положение (Южное Предуралье, Северный Прикаспий – МС Оренбург, Актобе, Уральск, Тайпак), период аномальной жары в 2010 г. начался в июне и завершился в начале сентября, самым жарким стал период конец июля – начало августа, превышения суточных температур были сильными, но не рекордными.

Таблица 1

Основные метеорологические показатели летнего периода 2010 г.

Метеостанция	Месяцы				Среднее	Норма	Отклонение*
	V	VI	VII	VIII			
	Температура, °С						
Волгоград	18,5	25,7	28,8	28,5	25,4	21,3	<b>4,1</b>
Саратов	18,2	24,4	27,9	26,5	24,3	20,3	<b>4,0</b>
Александров Гай	19,0	26,1	29,2	27,4	25,4	21,7	3,7
Самара	18,3	23,5	27,2	25,4	23,6	19,3	<b>4,3</b>
Уральск	18,4	24,1	28,0	25,7	24,1	20,5	3,6
Тайпак	19,9	27,3	30,6	27,9	26,4	23,1	3,3
Оренбург	18,5	24,8	26,4	25,0	23,7	20,0	3,7
Стерлитамак	17,0	22,0	24,3	22,8	21,5	18,1	3,4
Зилаир	14,1	20,6	21,1	20,0	19,0	16,1	2,9
Актобе	17,6	25,2	25,6	24,9	23,3	20,2	3,1
Домбаровский	16,7	24,1	23,3	24,1	22,1	19,5	2,6
Троицк	15,2	22,1	20,8	21,4	19,9	17,8	2,1
Костанай	15,6	22,6	21,2	22,7	20,5	18,5	2,0
Тургай	18,3	26,3	24,6	25,9	23,8	21,8	2,0
Среднее	17,5	24,2	25,6	24,9	23,1	19,9	3,2
	Осадки, мм						
Волгоград	82	0	28	3	113	75	38
Саратов	18	17	21	1	57	155	-98
Александров Гай	20	0	10	8	38	99	-61
Самара	21	5	1	26	53	174	-21
Уральск	12	4	6	5	27	125	-98
Тайпак	26	11	1	5	43	64	-21
Оренбург	1	1	12	34	48	129	-81
Стерлитамак	17	4	4	25	50	213	-163
Зилаир	6	1	38	61	106	173	-67
Актобе	0	4	4	3	11	110	-99
Домбаровский	5	3	42	8	58	121	-63
Троицк	25	13	96	36	170	188	-18
Костанай	12	5	40	10	67	166	-99
Тургай	10	0	5	0	15	73	-58
Среднее	18,2	4,9	22	16,1	61,1	133,2	-72,1

Примечание. \* выделены наиболее значимые отклонения.

Период повышенных температур в 2021 г. начался уже в мае, достигнув максимума в августе на западе Казахстана. В итоге в ряде пунктов лето 2021 г. стало жарче, чем в 2010 г. (Тайпак, Уральск, Оренбург, Зилаир, Троицк, Костанай). Но западные районы региона в мае и июне получали довольно обильные дожди, в июле осадки прошли почти по всей исследуемой территории, а в августе засуха охватила уже все МС региона. В результате 2021 г. стал немногим влажнее 2010 г., а в некоторых районах Южного Урала и Зауралья, напротив, засушливее (Зилаир, Домбаровский, Троицк).

Так, для МС Оренбург май 2021 г. стал самым жарким в истории инструментальных наблюдений в городе (+21,2 °С), а в целом за летний период 2021 г. было отмечено 11 волн тепла. Впервые три раза за один год максимальная температура воздуха превышала +40 °С, 79 раз столбики термомет-

ров достигали отметки в  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше, было установлено множество суточных рекордов максимальной температуры. Средняя максимальная температура суток за лето (май – август) составила  $+31,3$  и  $+31,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно в 2010 и 2021 гг., что также говорит о беспрецедентно неблагоприятных пожароопасных сезонах этих лет (табл. 2).

Таблица 2

Основные метеорологические показатели пожароопасных периодов  
2010 и 2021 гг. по МС Оренбург

Показатель	2010 г.	2021 г.	За период 2001–2021 гг.		
			максимум	минимум	среднее
Количество дней с $T \geq +30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше	81	79	81 (2010)	26 (2002, 2003)	46,8
Количество волн тепла за летний период	11	10	11 (2010, 2014)	4 (2002)	7,6
Средняя продолжительность одной волны, кол-во дней	7,4	7,9	10,8 (2016)	3,7 (2003)	6,3
Абсолютный максимум $T$ , $^{\circ}\text{C}$	38,1	40,8	40,8 (2021)	36,3 (2004)	38,5
Сумма максимальных суточных температур, $^{\circ}\text{C}$	2797,3	2711,5	2797,3 (2010)	857,8 (2002)	1561,0
Значение ГТК	0,17	0,26	0,92 (2003)	0,17 (2010)	0,51
Количество дней с средней суточной $T \geq +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	153	153	173 (2005, 2012)	137 (2006)	153,4

**Особенности развития пожаров.** Ввиду необходимости выявления роли метеоусловий в развитии пожаров важным этапом исследований является анализ данных по внутригодовому распределению пожаров и сопоставление этих данных с показателями условий пожарной опасности. В аспекте данного исследования основным оставался вопрос: стали аномальные метеоусловия 2010 и 2021 гг. причиной активизации пожарных явлений или привели к каким-либо другим последствиям?

Применительно к 2010 г. пространственно-временные аспекты развития пожаров в центральной части рассматриваемого региона отражены на рис. 2. Первые за календарный год природные пожары массово отмечались в феврале – марте, территориально они приурочены к дельте и пойме р. Волги. Позднее, по мере отступления снежного покрова, им стали доступны сельскохозяйственные угодья, в связи с чем единичные очаги пожаров постепенно смещались в северном направлении, достигая земледельчески освоенных районов. К концу апреля – началу мая здесь наблюдались массовые малоплощадные возгорания, дающие краткосрочный пик во внутригодовой динамике пожаров, связанные с периодом проведения активных сельскохозяйственных работ. В мае развитие пожаров становится равномерным по региону, но наиболее обширные пожары отмечались лишь в благоприятные периоды – с июня по сентябрь включительно. В октябре пожары оставались повсеместными, но узколокальными.



Анализ аналогичных схем распространения пожаров за многолетний (2001–2021) период показывает, что общая картина распространения пожаров как в 2010 г., так и в другие отдельные годы в рассматриваемом регионе принципиально не изменялась. Наиболее заметные отклонения в пространственном распределении пожаров наблюдались в исключительно влажные годы, когда на макрорегиональном уровне отмечался резкий спад возгораний (2011, 2013, 2016). В остальные годы (включая рассматриваемые 2010 и 2021) пространственно-временная схема развития пожаров была достаточно однотипной, с отчетливо выраженной пространственной неоднородностью, обусловленной главным образом структурой и состоянием растительного покрова, пространственным распределением пахотных угодий, общей освоенностью отдельных территорий. Эти и многие другие факторы во многом подчиняются широтно-зональной структуре регионов, в связи с чем в обобщенных схемах (как на рис. 1) дифференциация показателей развития пожаров наиболее заметна.

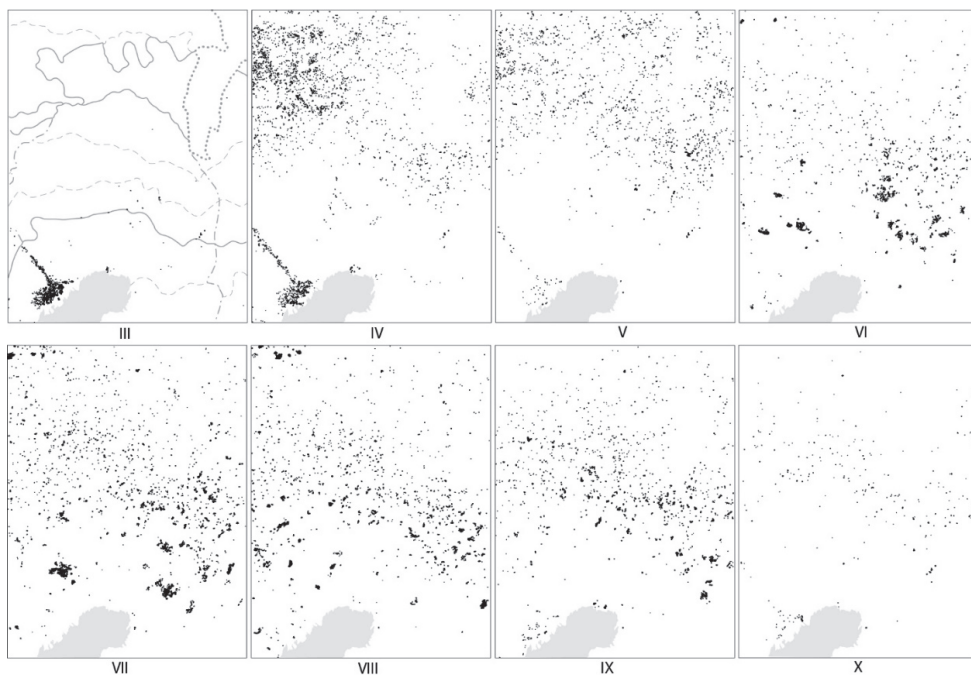


Рис. 2. Распространение пожаров (тепловых аномалий) в разрезе календарных месяцев пожароопасного периода (март – октябрь) в 2010 г.

Совокупные годовые показатели распространения пожаров традиционно повышаются с севера на юг. Так, в зауральской части Урало-Каспийского региона в 2010 г. средняя площадь одного пожара в лесостепях и северных степях составляла 3,7, в средних степях – 24,8, в южных степях достигала максимума – 54,8 км<sup>2</sup>. Южнее, в связи со слабой освоенностью региона, этот показатель снижается до 20,7 км<sup>2</sup> в северных, до 2,0 в средних и до 2,7 в юж-

ных пустынях. Доля подвергшейся огню площади от общей площади подзон в этот год составила соответственно  $3,24 \rightarrow 2,74 \rightarrow 10,22 \rightarrow 7,07 \rightarrow 1,12 \rightarrow 0,14 \rightarrow 0,01 \%$ .

Площадь развития пожаров на большей части территории была несколько выше в 2010-м и ниже в 2021 г. среднемноголетних (2001–2021) значений. Интересно, что, по данным [Пространственно-временной анализ ... , 2022], 2010 г. выделялся (но не был рекордным, которым стал 2012 г.) также и по весенним (март – апрель) тростниковым пожарам в дельте р. Волги. В то же время по зональным ландшафтам Юго-Востока России [Шинкаренко, Дорошенко, Берденгалиева, 2022] пожары 2010 г. также находились на уровне ниже среднемноголетнего.

На рис. 3 показан посуточный ход отклонений количества тепловых аномалий за 2010 и 2021 гг. относительно среднемноголетних показателей применительно к подзонам степной зоны.

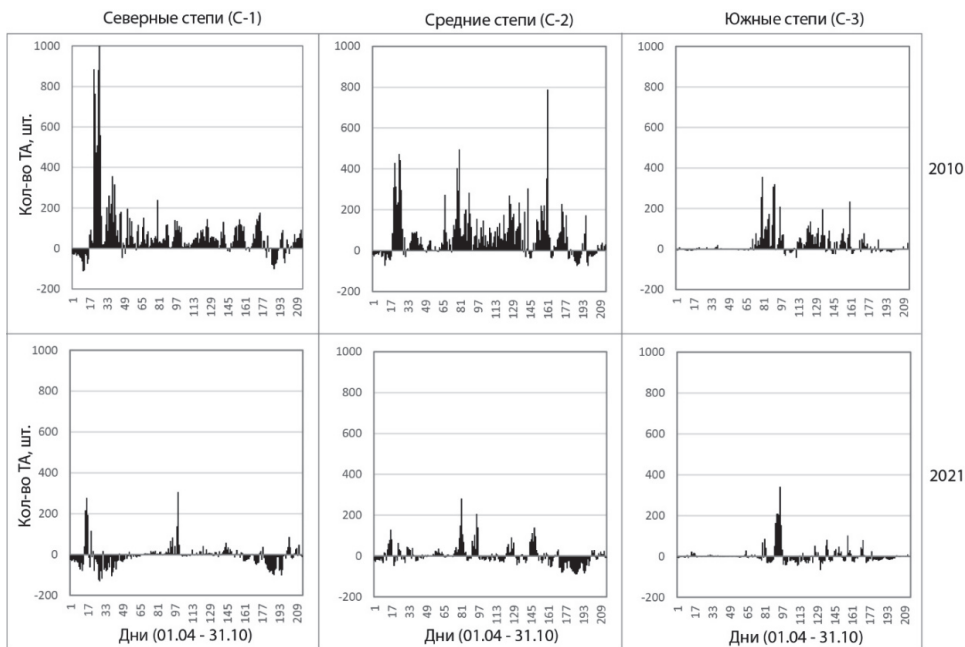


Рис. 3. Отклонение посуточного количества тепловых аномалий (ТА) от среднемноголетних значений (2001–2021) по подзонам степной зоны в 2010 и в 2021 гг.

Важно отметить, что в целом за рассматриваемый период пожарная обстановка была неоднородной и складывалась из двух фаз – 2001–2010 гг. с повышенной и 2011–2021 гг. с пониженной активностью пожарных явлений. Исходя из этого, 2010 г. даже не достигал средних значений периода 2001–2010 гг. Сам факт достаточно резкого снижения площадей пожаров в отдельных регионах требует анализа и осмысления, одним из относительно объективных предположений является возможная связь с очередным ростом

освоения сельскохозяйственных угодий в сочетании с серией сравнительно влажных лет (2011, 2013, 2016) в начале второй фазы.

Возвращаясь к рассматриваемым аномальным годам, отметим, что практически единственным свидетельством соответствия неблагоприятных пожароопасных обстановок их реализации в виде пожаров стало резкое увеличение количества и площади пожаров в 2010 и 2021 гг. в горно-лесных и предгорных лесостепных районах Южного Урала. Среднее значение ГТК (МС Зилаир) за 1985–2021 гг. составило 0,86, тогда как в отдельные засушливые годы (1995, 1998, 2010, 2012, 2021) не превышало и половины от среднего – от 0,36 до 0,43. Тем не менее именно в 2021 г. фиксировалось повсеместное развитие крупных пожаров в лесных массивах Заволжья, Южного Урала и Зауралья, в том числе охраняемых. Так, практически полностью выгорел Джабык-Карагайский бор (памятник природы), возникали реальные угрозы для Бузулукского бора (национальный парк) и горно-лесостепного хребта Шайтан-тау (государственный заповедник).

**Реализация пожароопасных обстановок.** Естественно, что такая обширная территория крайне неоднородна как в климатическом отношении, так и в аспекте метеорологических условий отдельных лет. В этой связи по 20 МС, расположенным в различных природных зонах, подзонах и географических областях региона, были рассчитаны посуточные значения комплексного показателя пожарной опасности (КППО) и сопоставлены с данными, отражающими активность развития пожаров (тепловые аномалии в пределах окружностей диаметром 100 км) (рис. 4).

Очевидно, что результаты такого рода сопоставления не могут быть статистически значимы в первую очередь ввиду стохастического характера возникновения природных пожаров. Об отсутствии тесных и однозначных взаимосвязей между метеоклиматическими условиями формирования пожароопасных обстановок и их реализацией в виде пожаров указывается в работах [Defining pyromes and ... , 2003; Reconstructing long time ... , 2011].

В разрезе широтно-зональной и региональной географической структуры Урало-Каспийского региона значения КППО отражают метеорологические условия рассматриваемых лет и в целом меньшую обеспеченность осадками южных районов (южные степи и северные пустыни). В отдельных районах отмечался весенний пик возгораний, связанный с массовым выжиганием тростниковых зарослей в устье и пойме р. Волги (март – апрель, МС Астрахань) и с началом проведения сельскохозяйственных работ в земельно-освоенных районах (апрель – начало мая, МС Самара, Сорочинск, Акбулак, Троицк, Костанай), в обоих случаях абсолютно не соотносящийся с условиями пожароопасности. В последующие сезоны 2010 г. практически независимо от показателей атмосферного увлажнения в целом происходило постепенное увеличение площадей пожаров вплоть до середины сентября. Наибольших, но также статистически незначимых соответствий годовой ход значений КППО и количества тепловых аномалий достиг лишь для двух МС – Урайск и Костанай.

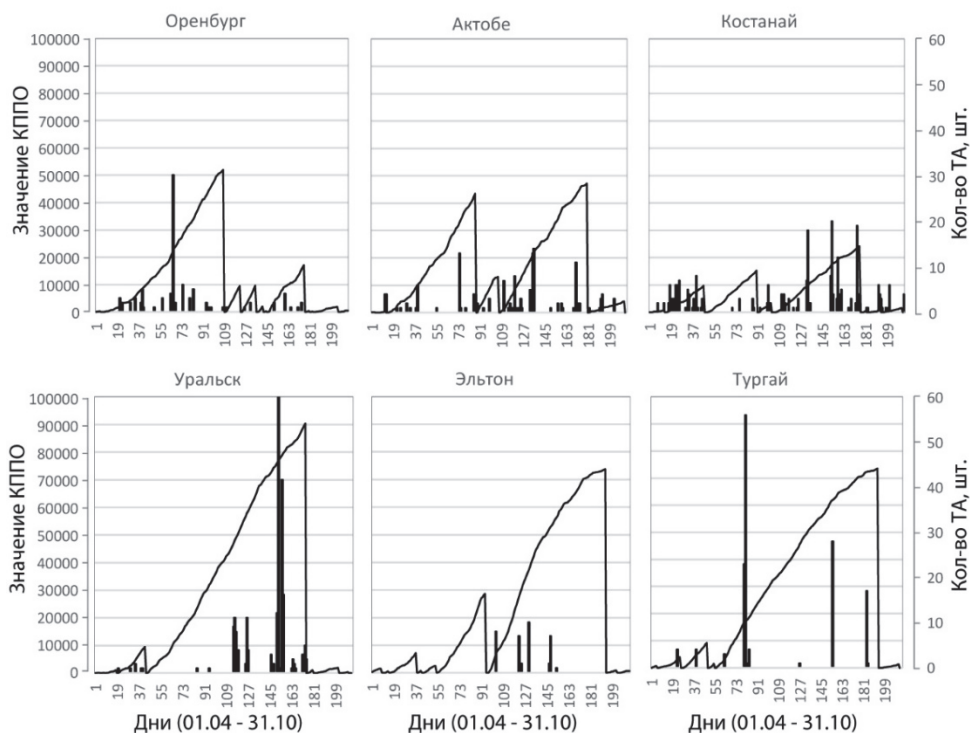


Рис. 4. Посуточное распределение в 2010 г. количества тепловых аномалий (Y2, столбчатая диаграмма) и значений индекса КППО (Y1, график) для отдельных МС

## Заключение

Результаты проведенного исследования показывают, что прямой и отчетливо выраженной взаимосвязи между метеорологическими показателями пожароопасности и собственно развитием пожаров не наблюдается. Во многом это может быть обусловлено тем, что: а) возникновение пожаров имеет в целом стохастический характер; б) использование огня в сельскохозяйственных целях до сих пор остается одним из традиционных элементов степного природопользования; в) в аномально засушливые периоды, возможно, повышается эффективность реализации комплекса противопожарных мероприятий и осознанность населением необходимости выполнения требований противопожарной безопасности.

Добавим, что пирологическое состояние растительного покрова определяется рядом признаков, среди которых соотношение зеленой и отмершей фитомассы, меняющееся на протяжении вегетационного периода, а также зависящее от метеоусловий текущего и предшествующих лет. Продуктивность фитоценозов и сомкнутость травостоя также способны варьировать, исходя из метеоусловий. Соответственно, в жаркие и засушливые годы эти показатели, как правило, значительно ниже средних. Также отмечено, что прохождение пожаров за предшествующие 2–3 года на конкретной террито-

рии обычно обуславливает невозможность развития пожаров на этой территории независимо от пожароопасных обстановок.

Эти и другие факторы способны нивелировать роль метеоусловий в развитии пожаров, даже в случае экстремально жарких и засушливых лет. Отсутствие статистически значимой взаимосвязи между рассмотренными показателями является свидетельством того, что погодные условия во многом определяют обстановку пожароопасности, а вот их реализация (возникновение и распространение пожаров) подчиняется множеству других природных и антропогенных факторов. Опыт предшествующих исследований позволяет сделать вывод о том, что использование в анализе обобщенных данных (в пространственном либо временном выражении) дает возможность сократить вклад фактора случайности в возникновение пожаров и в дальнейшем получить более полное представление о роли климата и погодных условий в их реализации. Остается констатировать, что методология подобных исследований нуждается в дальнейшей разработке с учетом региональных особенностей растительного покрова. В методологическом аспекте обоснованными выглядят мнения о необходимости переоценки значения осадков в расчетах значений КППО; авторы данной статьи также считают целесообразным введение поправочных коэффициентов, учитывающих особенности процессов увлажнения и испарения атмосферных осадков в условиях степной зоны.

В качестве одной из причин несоответствия пожароопасных обстановок их реализации вполне обоснованно можно рассматривать сезонность их формирования, вернее – совпадение с периодами активного ведения сельскохозяйственных работ, в том числе связанных с использованием огня. Именно в последние два месяца теплого периода (сентябрь – октябрь) в отдельные годы отмечаются массовые природные пожары, инициированные выжиганием пожнивных и стерневых остатков, проведением сельскохозяйственных палов для «улучшения» кормовых качеств пастбищных угодий, сжиганием излишков заготовленной фитомассы и другими видами сельскохозяйственных работ. Пожары сентября – октября в такие годы и обеспечивают вклад в повышенные годовые значения показателей развития пожаров. В то же время эти два потенциально пожароопасных (в аспекте природопользования) месяца в рассматриваемые годы не отличались какими-либо существенными метеорологическими аномалиями, лишь сентябрь 2010 г. продолжил затяжной засушливый период, начавшийся в конце июля. вполне возможно, что в том числе и по этой причине годовые показатели развития пожаров в 2010 и 2021 гг. были несколько ниже среднегодовых.

Несмотря на объективную сложность получения достоверных фактических данных и выводов о роли погодно-климатических условий в формировании пирологических обстановок, считаем это направление одним из актуальных. Несомненно, что на фоне наблюдаемых последствий трансформации глобального климата и усиления аномальности регионального климата пирологическая обстановка также будет претерпевать изменения. Так, отмечается [Мохов, 2011], что с ростом глобальной температуры воздуха будет увеличиваться средняя продолжительность блокирующих процессов, особенно над

континентами. Таким образом, в будущем стоит также ожидать периодов аномальной жары и засухи во внутриконтинентальных районах Евразии.

Вместе с тем полученные результаты дают возможность предполагать, что угрозы ухудшения пожароопасных ситуаций из-за погодноклиматических условий не столь очевидны. Поэтому внедрение действенных методов управления обстановками способно минимизировать уровень пирогенных воздействий на степные экосистемы, сократить угрозы причинения ущерба и обеспечить безопасность населения. Заметим, что данное заключение применимо лишь для конкретного географического региона с преобладанием травянистых биомов.

При всем многообразии природных условий аномальность погодных условий 2010 и 2021 гг. отразилась лишь на единственном регионе, традиционно устойчивом в плане условий атмосферного увлажнения. В лесных и лесостепных низкогорьях и предгорьях Южного Урала (и севернее, за пределами рассматриваемой территории) отмечалась серия крупных пожаров, что вызвало значительное превышение площадей пожаров в эти годы над среднесуточными значениями. Таким образом, даже относительно небольшие и краткосрочные отклонения в погодных условиях привели к резкому ухудшению пожароопасной обстановки. Мы это связываем с неготовностью местных жителей (в быту и при осуществлении различных видов природопользования) к экстремальным условиям, а также с возросшим (особенно к 2021 г.) потоком туристов и отдыхающих.

Анализ метеоданных и расчет значений КППО, в дополнение к основным задачам исследования, позволил подтвердить неблагоприятное влияние условий на развитие природных пожаров в весенние месяцы, тем самым косвенно – на сельскохозяйственную природу множественных возгораний в этот период.

### Список литературы

*Бардин М. Ю., Платова Т. В., Самохина О. Ф.* Изменчивость антициклонической активности в умеренных широтах Северного полушария // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2019. Т. 3. С. 32–58. <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2019-3-32-58>

*Золотокрылин А. Н., Черенкова Е. А., Титкова Т. Б.* Аридизация засушливых земель европейской части России и связь с засухами // *Известия РАН. Серия географическая*. 2020. № 2. С. 207–217. <https://doi.org/10.31857/S258755662002017X>

Зоны и типы растительности России и сопредельных территорий. Масштаб 1:8 000 000 / отв. ред. Г. Н. Огуреева. М. : Геогр. факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, СПб. : Ботанический ин-т им. В. Л. Комарова, 1999.

*Мохов И. И.* Особенности формирования летней жары 2010 г. на европейской территории России в контексте общих изменений климата и его аномалий // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2011. Т. 47, № 6. С. 709–716.

*Мохов И. И., Семенова В. А.* Погодно-климатические аномалии в российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата // *Метеорология и гидрология*. 2016. № 2. С. 16–28.

*Попова В. В.* Летнее потепление на европейской территории России и экстремальная жара 2010 г. как проявление тенденций крупномасштабной атмосферной циркуляции в конце XX в. – начале XXI в. // *Метеорология и гидрология*. 2014. № 3. С. 37–49.

*Попова В. В.* Современные изменения климата на севере Евразии как проявление вариаций крупномасштабной атмосферной циркуляции // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2018. Т. 1. С. 84–111. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2018-1-84-111>

Пространственно-временной анализ горимости пойменных ландшафтов Нижней Волги / С. С. Шинкаренко, С. А. Барталев, А. Н. Берденгалиева, Н. М. Иванов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19, № 1. С. 143–157. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157>

Шинкаренко С. С., Дорошенко В. В., Берденгалиева А. Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России // Известия РАН. Серия географическая, 2022. Т. 86, № 1. С. 122–133. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010113>

Шмакин А. Б., Чернавская М. М., Попова В. В. «Великая» засуха 2010 г. на Восточно-Европейской равнине: исторические аналоги, циркуляционные механизмы // Известия РАН. Серия географическая. 2013. № 6. С. 59–75.

A MODIS-based burned area assessment for Russian croplands: Mapping requirements and challenges / J. V. Hall, T. A. Loboda, L. Giglio, G. W. McCarty // Remote Sensing of Environment. 2016. Vol. 184. P. 506–521. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.07.022>

Defining pyromes and global syndromes of fire regimes / S. Archibald, C. Lehmann, J. Gómez-Dans, R. Bradstock // PNAS. 2003. Vol. 110, N 16. P. 6442–6447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211466110>

Dubinin M., Lushchekina A., Radeloff V. Climate, Livestock, and Vegetation: What Drives Fire Increase in the Arid Ecosystems of Southern Russia? // Ecosystems. 2011. Vol. 14. P. 547–562. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9427-9>

Pavleichik V. M. Current climate trends and meteorological conditions for the formation of fire-hazardous situations in the Ural-Caspian region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 817. P. 012082 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/817/1/012082>

Pavleichik V. M., Chibilev A. A. Steppe Fires in Conditions the Regime of Reserve and Under Changing Anthropogenic Impacts // Geography and Natural Recourses. 2018. Vol. 39, N 3. P. 212–221. <https://doi.org/10.1134/S1875372818030046>

Reconstructing long time series of burned areas in arid grasslands of southern Russia by satellite remote sensing / M. Dubinin, P. Potapov, A. Lushchekina, V. Radeloff // Remote Sensing of Environment. 2010. Vol. 114. P. 1638–1648. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.02.010>

Post-Soviet Land-Use Change Affected Fire Regimes on the Eurasian Steppes / A. Dara, M. Baumann, N. Hölzel, P. Hostert // Ecosystems. 2020. Vol. 23, N 3. <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00447-w>

Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Climate Change. Impacts, adaptation and vulnerability // Summary for Policymakers. Switzerland, 2022. URL: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf) (date of access: 10.08.2022).

Spring fires in Russia: Results from participatory burned area mapping with Sentinel-2 imagery / I. Glushkov, I. Zhuravleva, J. L. McCarty, A. Komarova [et al.] // Environmental Research Letters. 2021. Vol. 16. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac3287>

Trenberth K. E., Fasullo J. T. Climate extremes and climate change: The Russian heat wave and other climate extremes of 2010 // Journal of Geophysical Research. 2012. Vol. 117, iss. D17. P. 1–12. <https://doi.org/10.1029/2012JD018020>

Wright C. K., de Beurs K. M., Henebry G. M. Land surface anomalies preceding the 2010 Russian heat wave and a link to the North Atlantic oscillation // Environmental Research Letters. 2014. Vol. 9, N 12. P. 124015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124015>

## References

Bardin M. Yu., Platova T. V., Samokhina O. F. Izmenchivost' antitsiklonicheskoy aktivnosti v umerennykh shirotyakh severnogo polushariya [Variability of anticyclonic activity in temperate latitudes of the northern hemisphere]. *Fundamentalnaya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and applied climatology], 2019, vol. 3, pp. 32–58. <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2019-3-32-58> (in Russian)

Zolotokrylin A. N., Cherenkova E. A., Titkova T. B. Aridizatsiya zasushliviyykh zemel' Yevropetskoy chasti Rossii i svyaz' s zasukhami [Aridization of arid lands of the European part of Russia and connection with droughts]. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2020, no. 2, pp. 207–217. <https://doi.org/10.31857/S258755662002017X> (in Russian)

*Zony i tipy rastitel'nosti Rossii i sopredelnykh territoriy. Masshtab 1:8 000 000* [Zones and types of vegetation of Russia and adjacent territories. Scale 1:8 000 000]. Ed. G. N. Ogureeva. Moscow, St. Petersburg, Geographical Faculty of Lomonosov Moscow State University, V.L. Komarov Botanical Institute Publ., 1999. (in Russian)

Mokhov I.I. Osobennosti formirovaniya letney zhary 2010 g. na yevropeyskoy territorii Rossii v kontekste obshchikh izmeneniy klimata i yego anomalii [Features of the formation of the 2010 summer heat in the European territory of Russia in the context of general climate changes and its anomalies]. *Izvestiya RAN. Fizika atmosfery i okeana* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Physics of the atmosphere and ocean], 2011, vol. 47. no. 6, pp. 709-716. (in Russian)

Mokhov I.I., Semenova V.A. Pogodno-klimaticheskiye anomalii v rossiyskikh regionakh i ikh svyaz s globalnymi izmeneniyami klimata [Weather and climatic anomalies in Russian regions and their connection with global climate change]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and hydrology], 2016, no. 2, pp. 16-28. (in Russian)

Popova V.V. Letneye potepneniye na yevropeyskoy territorii Rossii i ekstremalnaya zhara 2010 g. kak proyavleniye tendentsiy krupnomasshtabnoy atmosfery tsirkulyatsii v kontse XX v. – nachale XXI v. [Summer warming in the European territory of Russia and the extreme heat of 2010 as a manifestation of trends in large-scale atmospheric circulation in the late XX century – early XXI century]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2014, no. 3, pp. 37-49. (in Russian)

Popova V.V. Sovremennyye izmeneniya klimata na severe Yevrazii kak proyavleniye variatsiy krupnomasshtabnoy atmosfery tsirkulyatsii [Modern climate changes in the North of Eurasia as a manifestation of variations of large-scale atmospheric circulation]. *Fundamentalnaya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and applied climatology], 2018, vol. 1, pp. 84-111. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2018-1-84-111> (in Russian)

Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Ivanov N.M. Prostranstvenno-vremennoy analiz gorimosti poymennykh landshaftov Nizhney Volgi [Spatio-temporal analysis of the burnability of floodplain landscapes of the Lower Volga]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2022a, vol. 19, no. 1, pp. 143-157 <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157>. (in Russian)

Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N. Dinamika ploshchadi garey v zonal'nykh landshaftakh yugo-vostoka yevropeyskoy chasti Rossii [Dynamics of the harem area in zonal landscapes of the south-east of the European part of Russia]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2022b, vol. 86, no. 1, pp. 122-133. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010113>. (in Russian)

Shmakina A.B., Chernavskaya M.M., Popova V.V. "Velikaya" zasukha 2010 g. na Vostochno-Yevropeyskoy ravnine: istoricheskiye analogi, tsirkulyatsionnyye mekhanizmy [The "Great" drought of 2010 on the East European Plain: historical analogs, circulation mechanisms]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2013, no. 6, pp. 59-75. (in Russian)

Hall J.V., Loboda T.A., Giglio L., McCarty G.W. A MODIS-based burned area assessment for Russian croplands: Mapping requirements and challenges. *Remote Sensing of Environment*, 2016, vol. 184, pp. 506-521. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.07.022>

Archibald S., Lehmann C., Gómez-Dans J., Bradstock R. Defining pyromes and global syndromes of fire regimes. *PNAS*, 2003, vol. 110, no. 16, pp. 6442-6447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211466110>

Dubinin M., Lushchekina A., Radeloff V. Climate, Livestock, and Vegetation: What Drives Fire Increase in the Arid Ecosystems of Southern Russia? *Ecosystems*, 2011, vol. 14, pp. 547-562. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9427-9>

Pavleichik V.M. Current climate trends and meteorological conditions for the formation of fire-hazardous situations in the Ural-Caspian region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 817, pp. 012082. <https://doi.org/10.1134/S1875372818030046>

Pavleichik V.M., Chibilev A.A. Steppe Fires in Conditions of the Regime of Reserve and Under Changing Anthropogenic Impacts. *Geography and Natural Recourses*, 2018, vol. 39, no. 3, pp. 212-221. <https://doi.org/10.1134/S1875372818030046>

Dubinin M., Potapov P., Lushchekina A., Radeloff V. Reconstructing long time series of burned areas in arid grasslands of southern Russia by satellite remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 2010, vol. 114, pp. 1638-1648. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.02.010>



Dara A., Baumann M., Hölzel N., Hostert P. Post-Soviet Land-Use Change Affected Fire Regimes on the Eurasian Steppes. *Ecosystems*, 2020, vol. 23, no. 3. <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00447-w>.

*Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Climate Change. Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for Policymakers*. Switzerland, IPCC Publ. 2022. Available at: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf) (date of access: 10.08.2022).

Glushkov I., Zhuravleva I., McCarty J. L., Komarova A., Drozdovsky A., Drozdovskaya M., Lupachik V., Yaroshenko A., Stehman S. V., Prishchepov A. V. Spring fires in Russia: Results from participatory burned area mapping with Sentinel-2 imagery. *Environmental Research Letters*, 2021, vol. 16. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac3287>

Trenberth K.E., Fasullo J.T. Climate extremes and climate change: The Russian heat wave and other climate extremes of 2010. *Journal of Geophysical Research*, 2012, vol. 117, iss. D17, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1029/2012JD018020>

Wright C.K., de Beurs K.M., Henebry G.M. Land surface anomalies preceding the 2010 Russian heat wave and a link to the North Atlantic oscillation. *Environmental Research Letters*, 2014, vol. 9, no. 12, pp. 124015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124015>

#### Сведения об авторах

##### **Павлейчик Владимир Михайлович**

кандидат географических наук  
ведущий научный сотрудник, заведующий  
отделом социально-экономической географии  
Институт степи УрО РАН  
Россия, 460000, г. Оренбург,  
ул. Пионерская, 11  
e-mail: [vmpravleychik@gmail.ru](mailto:vmpravleychik@gmail.ru)

##### **Языкбаев Эльдар Римвиевич**

младший научный сотрудник  
Институт степи УрО РАН  
Россия, 460000, г. Оренбург,  
ул. Пионерская, 11  
e-mail: [eld178@mail.ru](mailto:eld178@mail.ru)

##### **Сивоhip Жанна Тарасовна**

кандидат географических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Институт степи УрО РАН  
Россия, 460000, г. Оренбург,  
ул. Пионерская, 11  
e-mail: [sivohip@mail.ru](mailto:sivohip@mail.ru)

##### **Падалко Юрий Алексеевич**

кандидат географических наук  
старший научный сотрудник  
Институт степи УрО РАН  
Россия, 460000, г. Оренбург,  
ул. Пионерская, 11  
e-mail: [yapadalko@gmail.com](mailto:yapadalko@gmail.com)

#### Information about the authors

##### **Pavleichik Vladimir Mikhailovich**

Candidate of Sciences (Geography)  
Leading Research Scientist, Head of the  
Department of Socio-Economic Geography  
Institute of Steppe UB RAS  
11, Pionerskay st., Orenburg, 460000,  
Russian Federation  
e-mail: [vmpravleychik@gmail.ru](mailto:vmpravleychik@gmail.ru)

##### **Yazykbayev Eldar Rimievich**

Junior Research Scientist  
Institute of Steppe UB RAS  
11, Pionerskay st., Orenburg, 460000,  
Russian Federation  
e-mail: [eld178@mail.ru](mailto:eld178@mail.ru)

##### **Sivohip Zhanna Tarasovna**

Candidate of Sciences (Geography),  
Leading Research Scientist  
Institute of Steppe UB RAS  
11, Pionerskay st., Orenburg, 460000,  
Russian Federation  
e-mail: [sivohip@mail.ru](mailto:sivohip@mail.ru)

##### **Padalko Yuri Alekseevich**

Candidate of Sciences (Geography),  
Senior Research Scientist  
Institute of Steppe UB RAS  
11, Pionerskay st., Orenburg, 460000,  
Russian Federation  
e-mail: [yapadalko@gmail.com](mailto:yapadalko@gmail.com)

Код научной специальности: 1.6.21

Статья поступила в редакцию 11.08.2022; одобрена после рецензирования 10.11.2022; принята к публикации 05.03.2023  
The article was submitted August, 11, 2022; approved after reviewing November, 10, 2022; accepted for publication March, 5, 2023