



УДК 502.57(252.51): 614.84
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.44.88>

Многолетняя динамика пожаров в южных степях Северного Прикаспия и Мугоджар

В. М. Павлейчик, Ж. Т. Сивохиц*

Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, Россия

Аннотация. Исследование направлено на выявление региональных особенностей формирования и многолетней динамики травяных пожаров в южных степях. В качестве ключевой территории принято обширное пространство, охватывающее преимущественно южностепные ландшафты мелкосопочного массива Мугоджары, равнин Северного Прикаспия и Тургая. Представленные результаты основаны на анализе сформированной базы геопространственных данных, содержащих сведения о времени и распространении пожаров за 1986–2021 гг. Исходными материалами послужили спутниковые изображения Landsat и MODIS (спутники Terra и Aqua). В качестве опосредованного показателя пиროлогического состояния степей приняты многолетние статистические данные по поголовью выпасаемого скота (крупного рогатого скота, овец и коз, лошадей). Выявлена существенная неоднородность пиროлогических обстановок за рассматриваемые годы, выделено три фазы: низкой (1986–2000), высокой (2001–2010) и средней (2011–2021) активности пожарных явлений. Сопоставление полученных данных с результатами аналогичных исследований, проведенных авторами ранее по северным степям, свидетельствует о высокой степени сходства в многолетней динамике природных пожаров. Посредством выявления тесноты связей установлено, что наблюдаемые смены в характере пожароопасных обстановок обусловлены изменениями в интенсивности использования растительных и земельных ресурсов, главным образом – в ходе сельскохозяйственного освоения региона. Определено, что активизация пожаров стала следствием стихийного восстановления степной растительности на необрабатываемых пахотных и малоиспользуемых пастбищных угодьях, связанного с резким сокращением уровня сельскохозяйственного производства в странах бывшего СССР.

Ключевые слова: степные пожары, пожароопасная обстановка, многолетняя динамика, спутниковые снимки Landsat, пастбищная нагрузка.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 23-27-00134 «Природные пожары в степных регионах Евразии как индикатор природных и социально-экономических изменений».

Для цитирования: Павлейчик В. М., Сивохиц Ж. Т. Многолетняя динамика пожаров в южных степях Северного Прикаспия и Мугоджар // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2023. Т. 44. С. 88–106. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.44.88>

Long-Term Dynamics of Fires in the Southern Steppes of the Northern Caspian and Mugodzhzar

V. M. Pavleichik, Zh. T. Sivohip

Institute of Steppe UB RAS, Orenburg, Russian Federation

Abstract. The purpose of the study is to identify regional features of the formation and long-term dynamics of grass fires in the southern steppes. A vast expanse covering mainly the southern steppe landscapes of the small-scale Mugodzhar massif, the plains of the Northern Caspian and Turgai is accepted as the key territory. The presented results are based on the analysis of the formed database of geospatial data containing information about the time and spread of fires for 1986–2021. The source materials were satellite images of Landsat and MODIS (Terra and Aqua satellites). As an indirect indicator of the pyrological state of the steppes, long-term statistical data on the number of grazed cattle (cattle, sheep and goats, horses). A significant heterogeneity of the pyrologic conditions for the years under review was revealed, three phases were identified: low (1986–2000), high (2001–2010) and medium (2011–2021) fire activity. A comparison of the data obtained with the results of similar studies conducted by the authors earlier on the northern steppes indicates a high degree of similarity in the long-term dynamics of wildfires. By identifying the closeness of connections, it was established that the observed changes in the nature of fire-hazardous situations are due to changes in the intensity of use of plant and land resources, mainly during the agricultural development of the region. The intensification of fires was the result of the spontaneous restoration of steppe vegetation on uncultivated arable and little-used pasture lands associated with a sharp reduction in the level of agricultural production in the countries of the former USSR. It took about 8 years to restore the previously degraded vegetation to a state capable of supporting the steady spread of fires. One of the factors of pyrogenicity is the floral composition of plant communities and the density of herbage. The deterioration of the pyrological situation in the southern steppes (as well as in other steppe sub-zones) has become a specific regional response to the changed conditions.

Keywords: steppe fires, fire-hazardous situation, long-term dynamics, Landsat satellite images, pasture load.

Acknowledgements. The study was supported by the grant of the Russian National Science Foundation no. 23-27-00134 “Wildfires in the steppe regions of Eurasia as an indicator of natural and socio-economic changes”.

For citation: Pavleichik V.M., Sivohip Zh.T. Long-Term Dynamics of Fires in the Southern Steppes of the Northern Caspian and Mugodzhzar. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2023, vol. 44, pp. 88–106. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.44.88> (in Russian)

Введение

Природные пожары, характерные для большинства регионов Земли, представляют собой значимую угрозу безопасности населения, целостности хозяйственных объектов, ресурсному потенциалу, качеству компонентов окружающей среды, устойчивости ландшафтов и экосистем, популяционно-видовой структуре биоты. В связи с этим важным направлением эколого-географических исследований природных пожаров становится выявление и анализ предпосылок, факторов, закономерностей и последствий их развития. Это направление, определяемое нами как «география пожаров», во многом основывается на результатах анализа материалов дистанционного зондирования Земли. Для понимания причин формирования неоднородных пожароопасных обстановок критически важными являются такие параметры архи-

вов спутниковых снимков, как продолжительность рядов данных, периодичность съемки, обширность охвата сцены и пространственное разрешение.

Особенность травяных пожаров заключается в быстром развитии в пространстве и относительно непродолжительном восстановлении растительного покрова вплоть до состояния, по которому невозможно с достаточной достоверностью идентифицировать площади горелых территорий по спутниковым снимкам геоинформационными способами. Вместе с тем трудоемкость визуального экспертного дешифрирования спутниковых снимков приводит к тому, что пирологические исследования часто носят региональный характер. Наиболее обоснованным представляется использование спутниковых снимков серии Landsat, охватывающих максимально возможный временной отрезок, примерно с середины 1980-х гг. по настоящее время. Именно этот источник и способ получения информации был выбран нами ввиду наработанного ранее опыта и охвата временного периода, наиболее важного для понимания причин смены пожароопасных обстановок. Продолжительность рядов данных о пространственно-временном развитии пожаров в нашем случае является принципиальной, так как дает возможность получения объективного представления о роли тех или иных факторов.

Развитие космической отрасли в совокупности с совершенствованием технологий обработки спутниковых изображений и политикой открытости привело к возможности работы с массивами данных спектрорадиометра MODIS (спутники Terra и Aqua), как с собственно снимками, так и с продуктами, полученными на их основе, – архивами по тепловым аномалиям (отражающими положение очагов и фронтов природных пожаров) и по сгоревшим территориям. Несмотря на невысокое пространственное разрешение исходных снимков, оба варианта предоставления информации достаточны для анализа динамики пожароопасных обстановок на обзорном и макрорегиональном уровнях. Архивы MODIS ограничены периодом с 2000 г. по настоящее время, в связи с чем их использование в нашем исследовании было сведено лишь к верификации полученных данных за соответствующий период.

Ранее нами на примере пяти ключевых территорий, расположенных в подзоне северных степей Заволжско-Уральского региона, были выявлены характерные черты многолетней динамики травяных пожаров, доказывающие тесную зависимость их развития от состояния степных участков [Pavleichik, Chibilev, 2018]. Несмотря на полученные результаты, осталось понимание того, что в других природных условиях (в первую очередь детерминированных широтно-зональными отличиями) и при другой структуре степного природопользования динамика пожаров может существенно отличаться.

Для анализа общности и различий в многолетней динамике природных пожаров Северной Евразии был выбран ключевой участок, располагающийся на стыке средних (сухих) и южных (опустыненных) степей (согласно [Зоны и типы ... , 1999]) на площади 32,9 тыс. км². Территория охватывает большую часть мелкосопочного массива Мугоджары (Мугалжар) и примыкающие к нему равнинные пространства Северного Прикаспия и Тургая (рис. 1). Ниже по тексту этот регион мы будем обозначать как Прикаспийско-Мугоджарскую ключевую территорию.

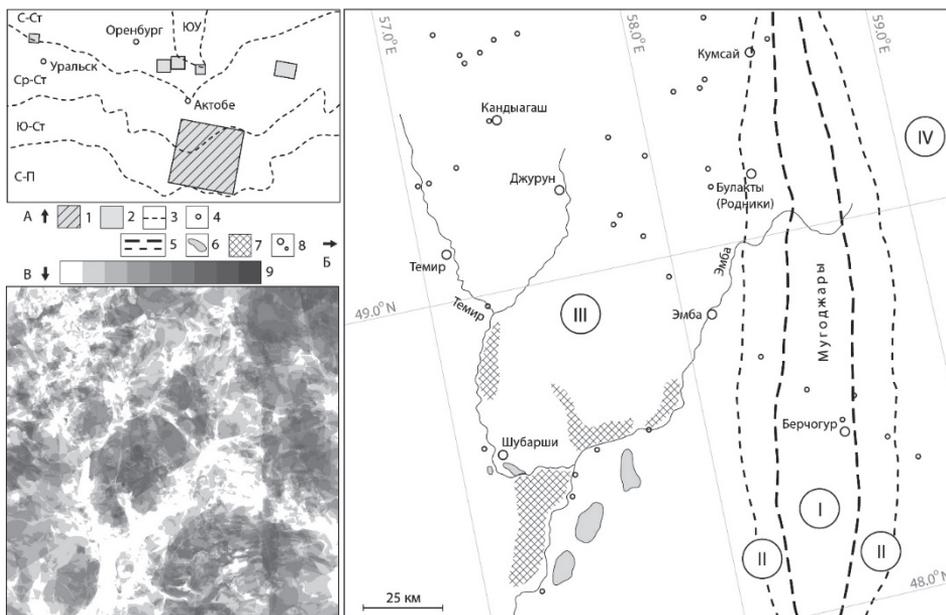


Рис. 1. Схема расположения Прикаспийско-Мугоджарской ключевой территории и обобщенная информация о распространении природных пожаров:

А – обзорная схема; Б – общие сведения о ключевой территории; В – схема распространения пожаров за 1986–2021 гг.; 1 – ключевая территория; 2 – ключевые участки, рассмотренные ранее [Pavleichik, Chibilev, 2018]; 3 – ботанико-географические зональные границы [Зоны и типы ... , 1999] (С-Ст – северные степи; Ср-Ст – средние степи; Ю-Ст – южные степи; С-П – северные пустыни; ЮУ – горы Южного Урала); 4 – населенные пункты; 5 – ландшафтно-геоморфологические границы мелкопочного массива Мугоджар (I), прилегающих к ним макросклонов (II), слабодренлируемых денудационных равнин Северного Прикаспия (III) и Тургая (IV); 6 – отводы газоконденсатного месторождения Жанажол; 7 – развееваемые песчаные массивы; 8 – населенные пункты; 9 – шкала градиента серого, количество пройденных пожаров, от 0 (белый) до 8 (черный) раз

Как будет показано ниже, пространственная структура природопользования и общий уровень освоенности территории играют важную роль в формировании определенных пожароопасных обстановок. Рассматриваемая территория относительно слабо заселена, здесь расположено 43 населенных пункта, самые крупные из них – города Кандыгааш (34,9 тыс. чел.) и Эмба (11,8 тыс. чел.). Главной транспортной осью является железная и автомобильные дороги по направлению Актобе – Кандыгааш – Берчогур – Шалкар и Атырау – Орск. Промышленные предприятия представлены нефтегазодобычей (газоконденсатное месторождение Жанажол, разрабатываемое с 1983 г.) и карьерной разработкой строительных материалов (населенные пункты Мугоджарское и Берчогур). Земледелие развито фрагментарно, отдельные массивы пахотных земель отмечаются лишь на северо-западе территории. В районе с. Кумсай расположено крупное животноводческое предприятие, специализирующееся на смешанном (стойлово-пастбищном) разведении крупного рогатого скота. Остальная территория преимущественно за-

нята под разведение овец, но угодья используются крайне неравномерно, главным образом вблизи населенных пунктов, вдоль долин немногочисленных водотоков и вблизи пересыхающих озер. Около 70 % (22,6 тыс. км²) территории приходится на Мугалжарский район Актюбинской области. Центральная меридиональная полоса в период 1966–1999 гг. выполняла роль военного полигона противовоздушной обороны МО РФ.

Основными задачами исследования стало: а) выявление региональных особенностей развития природных пожаров в условиях южных степей; б) определение сходства и различий в многолетней динамике травяных пожаров (в сопоставлении с полученными ранее результатами по северным и средним степям); в) оценка ведущих факторов пространственно-временной неоднородности пожаров; г) выявление особенностей формирования пирологических обстановок в условиях ландшафтного разнообразия территории.

Материалы и методы исследования

Выбор довольно обширной территории позволил реализовать задачи, связанные с выявлением роли предполагаемых факторов в формировании пространственной неоднородности пирологических обстановок. Одновременно решалась объективная методологическая проблема, возникшая в процессе первичного анализа спутниковых снимков, – была выявлена крайняя неоднородность развития пожаров в различные периоды, что могло бы привести к получению некорректных результатов и заключений при выборе небольшой территории.

В качестве основного источника сведений о природных пожарах приняты временные серии спутниковых изображений земной поверхности Landsat (1986–2021). Отображение площадей пожаров производилось визуальным дешифрированием. Выбор данного способа во многом связан с региональной спецификой: слабосомкнутым характером растительного покрова южных степей, быстрым сокращением различий между горелыми и негорелыми участками, разнородностью подстилающей поверхности. Перечисленные особенности в совокупности могут являться причиной получения недостоверных результатов в процессе применения автоматизированных классификаций снимков [Шинкаренко, 2018]. Применительно к периоду 2001–2021 гг. в целях верификации полученных данных дополнительно привлечены ежедневные снимки MODIS (спутники Terra и Aqua) и продукты на их основе – архивы тепловых аномалий (MCD14ML) и сгоревших территорий (MCD64A1).

Результаты дешифрирования представляют собой базу пространственных данных, послужившую основой для оценки подверженности рассматриваемой территории пожарам и анализа числовых данных в многолетнем разрезе. Степень макрорегиональной общности многолетней динамики пожаров оценивалась сравнением с результатами, полученными по серии ключевых участков, расположенных в пределах северных и средних степей на периферии зоны устойчивого земледелия (см. рис. 1, А).

Предполагаемые различия в пирологических свойствах растительного покрова выявлены сопоставлением обобщенной схемы пожаров за 1986–2021 гг. с тематическим картографическим материалом и схемами распределения вегетационного индекса NDVI низкого разрешения (MODIS). Сведения о численности и составе поголовья сельскохозяйственного скота приняты по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Динамика основных ... , 2023] и Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Livestock Patterns, 2023]. Учтены сведения об особенностях геологического строения, пространственной структуре ландшафтов и растительного покрова, содержащиеся в [Национальный атлас ... , 2010]. Значимым дополнением к проведенному исследованию послужило участие авторов в серии экспедиций Института степи УрО РАН в период 2005–2017 гг., охвативших рассматриваемую ключевую территорию, что позволило сформировать представление об особенностях ландшафтной структуры и системе природопользования.

Результаты и обсуждение

Пространственная неоднородность пирогенных обстановок. Одной из гипотез проведенного исследования стало предположение о том, что ландшафтное разнообразие Прикаспийско-Мугоджарской ключевой территории и непосредственно связанная с ним неоднородность растительного покрова не могут не влиять на формирование специфических пожароопасных обстановок. Применительно к рассматриваемой территории наиболее значимыми факторами формирования тех или иных исходных растительных сообществ являются особенности рельефа и геологического строения, определяющие гранулометрический и солевой состав почвообразующих пород, а также условия атмосферного увлажнения. Предполагалось, что доминирование и участие представителей семейства злаковых (особенно плотнoderновинных злаков) в составе растительных сообществ может благоприятствовать возникновению возгораний и устойчивому распространению пожаров ввиду особенностей накопления сухой растительной массы в виде ветоши и войлока, а также из-за формирования более сомкнутого травяного покрова.

К разнотравно-ковыльным зональным степям можно отнести лишь небольшую северо-восточную окраину (согласно [Зоны и типы ... , 1999]). Остальная часть принадлежит южным (опустыненным) степям, в целом для которых характерны меньшие показатели продуктивности и сомкнутости растительного покрова, сокращение доли злаков и нарастание роли полыней и кустарничковых форм в сообществах. На этом фоне возвышенное положение мелкосопочного массива Мугоджар и прилегающих к нему равнин способствует несколько лучшему атмосферному увлажнению и дренированности территории, что в сочетании с легким гранулометрическим составом покровных отложений определяет формирование благоприятных условий для произрастания ковыльных степей.

Несомненно, что на пирогенное состояние растительного покрова также существенно влияют и факторы, связанные с особенностями хозяйственного

освоения территории. В совокупности природные условия и антропогенные факторы создают довольно неоднородную пожароопасную обстановку.

В качестве исходной основы, отражающей особенности дифференциации растительного покрова, принята карта растительности [Растительность. Карта ... , 2010], содержащая обобщенную информацию о 16 типах растительных сообществ (для рассматриваемой территории). Нумерация сообществ, контуры которых отображены на схеме (рис. 2), соответствует используемой в литературном источнике для удобства при обращении к нему. Для каждого из 22 выделов были рассчитаны площади участков с различным количеством пройденных пожаров за рассматриваемый период, исходя из сводной схемы (см. рис. 1, В). Приведенные диаграммы отражают общий уровень подверженности пожарам и равномерность распределения количества пожаров в пределах контуров. Ранжирование контуров, соответствующих определенным сообществам, с присвоением степени подверженности пожарам (от I до IV) проведена, исходя из доли негоревших территорий от площади каждого из контуров (без земель населенных пунктов и горных отводов газодобывающего предприятия). Как выяснилось при расчетах, этот простейший показатель в большинстве случаев коррелирует с другими возможными вариантами интерпретации полученных данных для целей ранжирования.

Полученные результаты не дают однозначного ответа на вопрос о роли отдельных растительных сообществ и их пространственных группировок в формировании пожароопасных обстановок. Наиболее очевидная взаимосвязь отмечается для ландшафтов, изначально характеризующихся отсутствием постоянно сомкнутого растительного покрова. Для рассматриваемой территории таковыми являются крупные очаги развеваемых полужакрепленных песков (массивы Кокжиде, Кумжарган и др.), развитые вдоль правобережья р. Эмба (соответствуют контурам 54 и 55 на рис. 2). Единичные возгорания здесь связаны с локальными или периферийными участками, благоприятными для произрастания сомкнутых псаммофитных травостоев, зарослей кустарников и отдельных групп деревьев, – склонами песчаных бугров и межбугровыми понижениями, придолинными и пойменными участками.

В отдельных случаях наблюдается соответствие между уровнем пирогенности сообществ и их составом. В частности, подтвердилось предположение о повышенной пирогенности сообществ с доминирующим положением плотнодерновинных злаков (ковыль Лессинга) (контуры 35, 61а, 65а, 77а). Это косвенно также подтверждается гораздо большей частотой прохождения пожаров в условиях северных и средних степей [Pavleichik, Chibilev, 2018]. Но одновременно довольно стабильное распространение пожаров наблюдается и в ряде других ландшафтов. К таким можно отнести участки развития бессточных (сезонно обводненных) западин (контур 132), постоянные возгорания на которых мы связываем с активной сельскохозяйственной деятельностью – здесь располагаются традиционные сенокосы и несколько летних лагерей скота. Аналогичная пожароопасная обстановка отмечается на довольно обширных слабодренлируемых участках приводораздельных пространств, занятых комплексной растительностью с преобладанием полынно-тырсовых и полынно-злаковых сообществ (контуры 53а и 62).

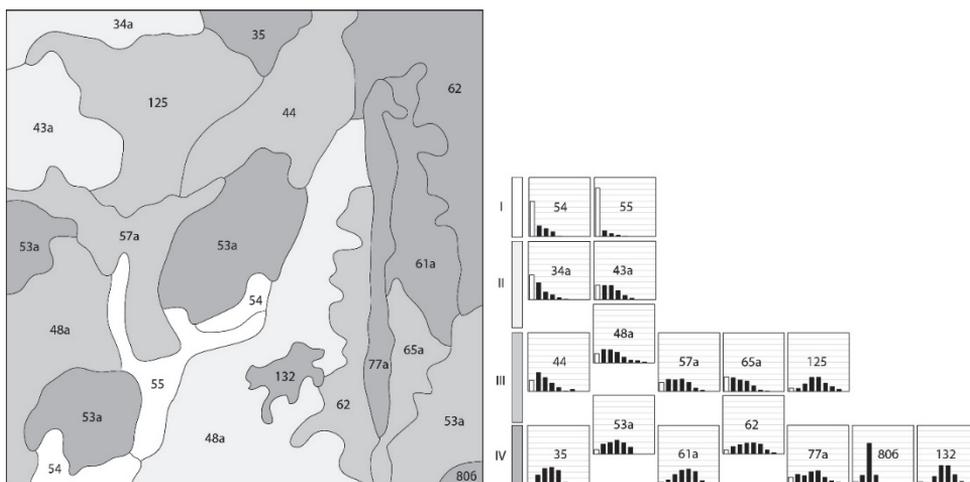


Рис. 2. Дифференциация территории по степени подверженности пожарам применительно к растительным сообществам. Графики распределения площадей (ось Y, доли площади контуров, шкала от 0 до 100 %), подверженных различному количеству повторяющихся пожаров (ось X, столбцы белого цвета – негоревшие, столбцы черного цвета – горевшие, от 1 до 8 раз)

Условные обозначения:

СТЕПЕНЬ ПОДВЕРЖЕННОСТИ ПОЖАРАМ (по доли негоревших территорий): I – 50–100 %; II – 25–50 %; III – 10–25 %; IV – 0–10 %.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ (согласно [Растительность. Карта ... , 2010], нумерация соответствует источнику).

Степи. Равнинные разнотравно-ковыльные степи: 34a – пахотные земли на месте типчаково-ковыльковых, грудницево-типчаково-ковыльковых; 35 – ромашниково-ковыльковые и ломкоколосниковые; 43a – полынно-типчаково-тырсовые со спиреей; 44 – типчаково-тырсовые и псаммофитнодерновинно-злаковые. Равнинные полынно-ковыльные степи: 48a – лерхополынно-тырсовые; 53a – полынно-тырсовые; 54 – полынно-песчаноковыльные; 55 – овсяницево-песчаноковыльные и кустарниковые сообщества. Мелкосопочные разнотравно-ковыльные степи: 57a – разнотравно-тырсово-типчаковые и разнотравно-злаково-кустарниковые; 61a – лессинговополынно-тырсовые, типчаково-ковыльковые, петрофитно-разнотравные и спиреино-тырсовые; 62 – галопетрофитные полынно-злаковые и многолетнесолянковые. Мелкосопочные полынно-ковыльные: 65a – лессинговополынно-тырсовые. Горные разнотравно-ковыльные и сухие типчаково-ковыльные: 77a – лессинговополынные, петрофитноразнотравные и тырсовые в сочетании с березовыми лесами.

Пустыни. Равнинные северные пустыни: 80b – злаково-серополынные.

Галофитная растительность: 125 – копеевые, шренкиановополынные и чернополынные, местами в сочетании с галофитно-сочносолянковыми сообществами.

Растительность долин рек, озер и водохранилищ (в равнинных степях): 132 – ряды сообществ: кустарниковые заросли – галофитные ситниково-злаковые с кермеком луга в сочетании с болотницево-клубнекамышево-тростниковыми травяными болотами и многолетнесолянковые в комплексе с чернополынными сообществами.

Заметим, что рассмотренные выше крайние (минимальные и максимальные, I и IV) уровни подверженности пожарам во многом достигаются пространственной однородностью в периодичности пожаров. В то время как средний уровень подверженности пожарам (II и III) для части контуров складывается как ввиду объективно меньшей подверженности пожарам (пироло-

гические качества растительности), так и в результате разнообразия пожароопасных обстановок, прямо или косвенно связанных с хозяйственной деятельностью. К последним можно отнести: а) довольно обширные зоны деградации растительного покрова вокруг населенных пунктов и вдоль водотоков; б) территории, прилегающие к объектам хозяйственной инфраструктуры, на которых, несомненно, проводятся противопожарные мероприятия; в) локальные земледельческие районы на северо-западе рассматриваемой территории.

Применительно к мелкосопочному массиву Мугоджары зафиксирована зависимость частоты прохождения пожаров от условной плотности травостоя, определенной по значениям вегетационного индекса NDVI. Выявлено, что склон восточной экспозиции в силу большей затененности характеризуется как повышенной плотностью травостоя растительных сообществ (в том числе за счет зарослей степных кустарников и отдельных групп деревьев), так и заметно более высокой подверженностью пожарам, чем склон западной экспозиции. Для остальной равнинной территории явной зависимости между пирогенностью и плотностью травостоя не наблюдается.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать промежуточный вывод о том, что использование в качестве основы контуров из карт растительности среднего и мелкого масштаба обоснованно и дает общее представление о степени пирогенности тех или иных сообществ, занимающих контрастные ландшафтные местоположения. Одновременно следует учитывать ряд важнейших факторов, влияющих на возникновение и частоту прохождения пожаров, связанных с хозяйственной деятельностью человека и в целом с освоенностью территорий.

Региональные особенности многолетней динамики пожаров. В пространственно-временном выражении смены пожароопасных обстановок наиболее показательны применительно к среднесрочным периодам из-за высокой межгодовой вариативности значений. Имеющийся ряд многолетних данных был разделен на почти идентичные по продолжительности периоды по 7–8 лет (с учетом разрывов в данных в рядах), по которым получены обобщенные схемы и числовые данные (рис. 3, табл. 1).

Заметим, что при использовании принципа однотипности (а не сходной продолжительности) обоснованно было бы выделение трех периодов (1986–2000, 2001–2010 и 2011–2021) и тогда различия в показателях стали бы еще существеннее. В любом случае мы получаем подтверждение коренной смены пожароопасных обстановок за рассматриваемый период. В 1980–1990-е гг. природные пожары были довольно редким и локальным явлением (рис. 3, А). С 2001 по 2010 г. включительно наблюдается период аномально высоких показателей по пожарам как в количественном, так и в площадном отношении. Последний период (2011–2021) начался с серии холодных и дождливых лет, что привело к резкому сокращению развития пожаров. Но и в дальнейшие, даже аномально жаркие и засушливые годы (к примеру, 2021 г.) [Особенности формирования ... , 2023], развитие пожаров не достигало значений предшествующего периода.

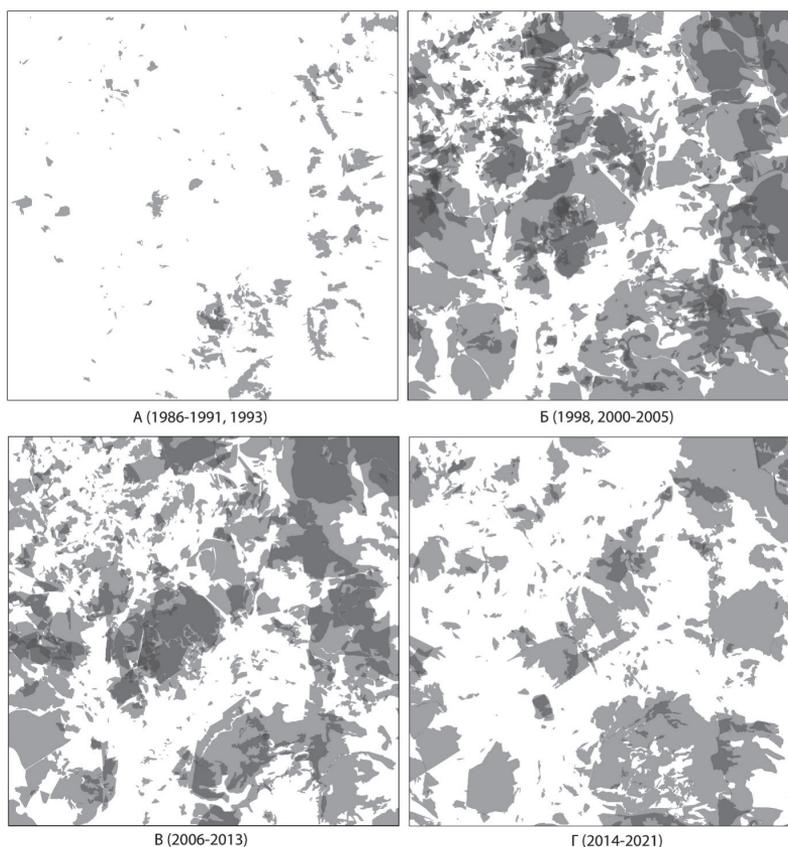


Рис. 3. Развитие пирологической ситуации за 1986–2021 гг. (с разрывами данных по 7–8-летним периодам)

Таблица 1

Динамика основных показателей пирогенной ситуации

Периоды, годы	Средняя площадь сгоревшей территории, км ²	Доля площади пожаров от общей территории, %	Кол-во пожаров, шт.	Средняя площадь 1 пожара, км ²
1986–1993	302,3	0,9	30,1	7,9
1998–2005	4398,9	13,4	84,7	55,0
2006–2013	3139,2	9,5	75,4	30,1
2014–2021	1825,6	5,5	38,6	42,8
За весь период: среднее	2420,9	7,4	57,2	34,1
max	9679,2 (2006)	29,4 (2006)	167,0 (2002)	114,1 (2017)
min*	10,9 (1987)	0,03 (1987)	4,0 (1987)	2,6 (1988)

* Примечание. Без учета 2013 г., в котором пожары не отмечались.

Отображение данных в ежегодном выражении (рис. 4) иллюстрирует еще одну характерную особенность в многолетней динамике пожаров – высокую межгодовую неоднородность показателей, особенно проявленную в период активизации пожарных явлений (2001–2010 гг.). Ход значений приобретает высокоамплитудный характер, при котором площади гарей в смежные годы различаются в 2–3 раза и более. Причины этого, вероятно, неслучайны и могут объясняться следующим. В качестве одного из источников природных возгораний часто указываются сельскохозяйственные палы для улучшения кормовых качеств пастбищных угодий. Массовость возгораний в отдельные периоды (в целом для исследуемой территории), локальность скоплений очагов возгораний и их одновременность (для отдельных участков) косвенно подтверждают это предположение. Проведенными исследованиями выявлено, что для восстановления растительности и восполнения запасов сухой фитомассы в объеме, достаточном для устойчивого распространения огня, необходимо как минимум 2–3 года. Таким образом, после периода с обширным выгоранием растительности в последующие годы пожары отмечаются лишь в пределах невыгоревших (часто локальных и фрагментированных) участков.

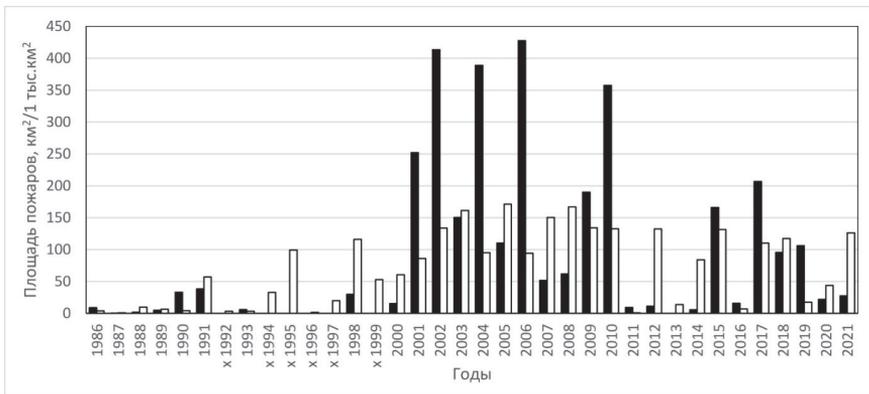


Рис. 4. Динамика фактических площадей гарей (в пересчете на км²/1 тыс. км²): столбцы черного цвета – данные по Прикаспийско-Мугоджарской ключевой территории («х» рядом с годами обозначает пропуски данных); столбцы белого цвета – сводные данные по серии ключевых участков, полученные ранее [Pavleichik, Chibilev, 2018]

Сопоставление полученных результатов с предшествующими исследованиями [Pavleichik, Chibilev, 2018] позволило сделать вывод о степени общности и различиях в формировании определенных пожароопасных обстановок в многолетнем и региональном аспектах. На приведенном выше графике отображены обобщенные сведения о площадях пожаров на серии ключевых участков, расположенных в подзонах северных и средних степей (см. рис. 1, А). Результаты оценки тесноты связей между рядами данных по динамике пожаров в северных и средних степях и по Прикаспийско-Мугоджарской территории (табл. 2) свидетельствуют о том, что тенденции в многолетней динамике природных пожаров в целом однотипны, что может быть объясне-

но лишь сходством в состояниях травянистых экосистем. В числе отличий можно указать несколько более раннее и постепенное начало активизации пожаров в северных и средних степях, меньшую выраженность периода максимальных значений и последующего периода спада.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции рядов данных по пожарам
(Прикаспийско-Мугоджарская территория и ключевые участки северной
и средней степи) за периоды*

Годы	Cv		
	Фактические данные	Средние 2-летние скользящие	Средние 3-летние скользящие
7–8-летние периоды:			
1986–1993	0,68	0,81	0,95
1998–2005	0,10	0,77	0,90
2006–2013	0,21	0,37	0,52
2014–2021	0,28	0,33	0,20
15-летние периоды:			
1986–2006	0,56	0,87	0,89
2007–2021	0,37	0,41	0,69
Весь период, 1986–2021	0,43	0,66	0,95

* Примечание. Указанные периоды включают данные за примерно равное (7–8) количество лет, с учетом разрывов в ряду данных (без 1992, 1994–1997, 1999 гг.).

Обратим внимание, что низкие значения коэффициента корреляции за отдельные периоды не свидетельствуют о принципиальных отличиях в многолетней динамике пожаров, а лишь являются следствием несовпадения высокоамплитудных межгодовых колебаний. Использование в расчетах краткосрочно-усредненных (скользящих средних) показателей позволило снизить вариабельность значений, что обеспечило получение представлений о направленности в динамике пожаров и дало возможность обоснованно сопоставить результаты по различным географическим регионам. Таким образом, было выявлено, что ряды данных отличаются высокой теснотой корреляционных связей как в целом за 1986–2021 гг., так и по большинству характерных периодов. Следовательно, несмотря на определенные различия в природных и социально-экономических условиях сравниваемых регионов, в развитии природных пожаров наблюдаются общие однонаправленные тенденции. Это важный этап исследования, позволяющий далее прояснить причины выявленной неоднородности в многолетней динамике степных пожаров.

Неоднократно установлено, что наиболее распространенной причиной многолетней неоднородности пирологических обстановок в степных регионах являются изменения в степени пастбищной нагрузки. Применительно к степям и пустыням Северной Евразии такие выводы получены для Черных Земель [Reconstructing long time ... , 2010; Dubinin, 2011], Нижнего Поволжья [Шинкаренко, Иванов, Берденгалиева, 2021; Шинкаренко, Дорошенко, Берденгалиева, 2022], Заволжья и Южного Урала [Pavleichik, Chibilev, 2018], областей Казахстана [Post-Soviet Land-Use ... , 2020; Post-Soviet shifts ... ,

2020]. В последние годы по территории Казахстана также работала группа европейских исследователей, изучавших проблемы и перспективы развития пастбищного скотоводства [Modeling the spatial ... , 2019; Annual Landsat ... , 2020; Kerven, 2021].

Степные пространства преимущественно используются как пастбищные и сенокосные угодья, таким образом, растительность в разной степени модифицирована сельскохозяйственным использованием. Пирологические обстановки весьма неоднородны ввиду наличия ряда нередко взаимосвязанных переменных (погодные и гидротермические условия, продуктивность сообществ, сезонность и уровень пастбищной нагрузки), а также ввиду множества других условий и факторов, определяющих возможность возникновения возгораний и их дальнейшего распространения. Таким образом, показатели развития степных пожаров позволяют анализировать особенности формирования определенных пожароопасных обстановок в различных региональных системах степного природопользования, а также могут являться индикатором природных и социально-экономических изменений.

В ходе исследований сформирована база данных, включающая основные показатели сельскохозяйственного производства, прямо либо опосредованно влияющие на условия возникновения и распространения степных пожаров. С учетом относительного постоянства площади пастбищных угодий для рассматриваемой территории (Мугалжарский район не осваивался в период целинной кампании 1950-х гг.) первоочередное внимание было уделено количеству поголовья сельскохозяйственного скота. Сопоставление данных по Мугалжарскому району, Актюбинской области и в целом по Республике Казахстан показывает высокую тесноту связей (коэффициент корреляции более 0,9), что свидетельствует о единообразии многолетней динамики и отсутствии значимых региональных особенностей. В связи с этим ниже (рис. 5) отражена динамика поголовья крупного рогатого скота, коз и овец, лошадей в Актюбинской области, данные по которой, с одной стороны, максимально приближены к региону исследования, а с другой – имеют относительно полноценный ряд данных.

Высокая межгодовая неоднородность рядов по пожарам в сочетании с запаздыванием начала резкой активизации пожаров из-за периода восстановления деградированного ранее растительного покрова не позволяет получить значимые статистические подтверждения взаимосвязи простым сопоставлением. Это было решено расчетом последовательных усреднений (скользящее среднее за 2–6 лет), каждое из которых усиливало значимость коэффициента корреляции. Такой подход в сочетании со сдвигом данных на 8 лет (1993-й – последний год максимальных показателей поголовья, 2001-й – год резкой активизации пожаров) позволил достичь значимых соответствий – коэффициенты корреляции составили 0,89 (по поголовью крупного рогатого скота) и 0,73 (по поголовью овец и коз). Таким образом, очередной раз считаем доказанным, что главным фактором формирования пожароопасных обстановок является интенсивность использования сельскохозяйственных угодий, применительно к рассматриваемой территории – уровень пастбищной нагрузки (численность поголовья выпасаемого скота).

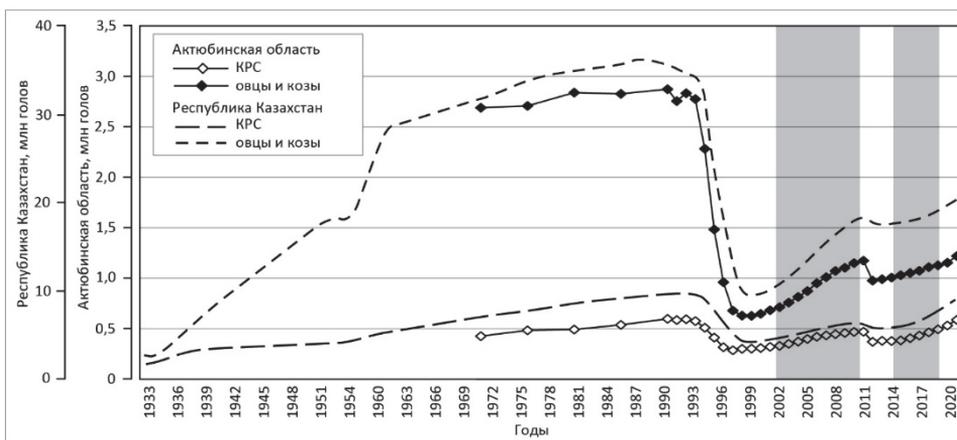


Рис. 5. Динамика поголовья сельскохозяйственного скота (тыс. голов) в Актыбинской области Республики Казахстан [Динамика основных ..., 2023]. Серым цветом выделены периоды активизации пожаров (начиная с 1986 г.)

Интерес с позиций формирования пирологических обстановок вызывают результаты историко-археологических исследований, охвативших в том числе и часть рассматриваемой территории [Горно-металлургические ..., 2013; Ткачев, 2019]. Получено свидетельство того, что на протяжении длительного времени территория была плотно заселена казахскими кочевыми родами, сочетавшими традиционную животноводческую направленность хозяйства с добычей и переработкой медных руд Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра. На примере ряда эталонных археологических районов выявлено статистически значимое совпадение численности населения в поздний бронзовый век (расчетные данные) и на период с середины XIX по начало XX в. (данные переписи населения). Таким образом, авторами было подтверждено, что на протяжении многих столетий в рассматриваемом регионе функционировала устойчивая модель природопользования, основанная на учете емкости пастбищных угодий и обязательном условии использования подвижных форм скотоводства. Следовательно, имеется основание считать, что пирогенность степей рассматриваемого региона длительное время оставалась на низком уровне с учетом ограниченности угодий и традиционной скотоводческой направленности хозяйства. Это, конечно же, не исключает возможности наступления периодов с высоким уровнем развития пожаров, к примеру связанных с конфликтами интересов, включая и военные действия.

В свою очередь, статистические данные позволяют провести ретроспективный анализ пирологических обстановок с позиций полноты использования растительных ресурсов пастбищных угодий. Послевоенный период характеризовался резким нарастанием поголовья скота, на протяжении 1970–1980-х гг. показатели вышли на платообразный максимум с тенденцией повышения (см. рис. 5). Считаем, что в эти годы природные пожары были довольно редким явлением по причине деградации растительного покрова в

результате чрезмерной пастбищной нагрузки, а также из-за относительно повсеместной освоенности пространства, что в совокупности позволяло своевременно контролировать и ликвидировать локальные возгорания. В связи с развалом СССР, разрушением экономических связей и установлением кризисной экономической ситуации пострадали все секторы хозяйства, особенно сельскохозяйственное производство.

К началу 2000-х гг. в странах бывшего СССР стихийно трансформировались системы природопользования и расселения по мере ухудшения экономической ситуации. Непосредственно в рассматриваемом регионе: а) резко сократилось поголовье мелкого рогатого скота, уменьшилось количество мест их временного содержания (зимников и летников), в целом сельскохозяйственная освоенность стала носить очаговый характер; б) сократились количество сельских населенных пунктов и численность проживающего населения; в) приостановлено использование военного полигона Эмба. Из промышленных секторов дальнейшее функционирование и развитие получили нефтегазодобыча и добыча строительных материалов. В совокупности эти факторы с сохранившейся традицией использования сельскохозяйственных палов послужили причиной увеличения как количества возгораний, так и площади пожаров. После продолжительного, как минимум 35–40-летнего, периода чрезмерной пастбищной нагрузки растительность активно восстанавливалась. Понадобилось 7–8 лет для того, чтобы растительный покров восстановился до состояния, способного поддерживать распространение огня. Восстановительные процессы происходили и на заброшенных пахотных землях (залежах) [Spontaneous steppe ... , 2016], что также способствовало усложнению пожароопасной обстановки.

Последний 11-летний период (2011–2021 гг.) с пониженными показателями развития пожаров является, пожалуй, наиболее интересным и проблематичным в плане объяснения причин формирования такой пожароопасной обстановки. С 1998–1999-х гг. наблюдается относительно стабильный рост поголовья выпасаемого скота, но его уровень еще крайне далек до максимальных показателей. При этом совершенно очевидным является повышение аномальности основных метеорологических показателей и по величине, и по частоте проявления; в этот период отмечались как аномально холодные и дождливые, так и экстремально жаркие и засушливые годы. Такое чередование ранее мы считали благоприятным для поддержания высокого уровня пирогенности, исходя из того что во влажные годы растительность активно наращивает надземную фитомассу, создавая основу для пожаров в последующие жаркие и засушливые годы. Но такого фактически не наблюдалось. Одной из немногих сходных черт развития пожаров в последние 11 лет, по сравнению с предшествующим периодом максимальных значений, является обширность их распространения.

В заключение добавим, что в странах и регионах, охватывающих степные пространства Северной Евразии и сопредельные территории, несмотря на специфику их географического положения, между многолетними рядами по динамике поголовья сельскохозяйственного скота наблюдается теснейшая взаимосвязь. Это позволяет предполагать наличие определенной общности в формировании пожароопасных обстановок на макрорегиональном уровне.

Заключение

Пирологическая обстановка в степях Северной Евразии и на сопредельных территориях весьма неоднородна и складывается из сложного сочетания воздействий природных и антропогенных факторов. Степи на протяжении всей истории освоения использовались преимущественно в качестве пастбищных угодий, но интенсивность нагрузки на растительные ресурсы была неодинаковой.

Учитывая значимость связей между многолетней динамикой развития пожаров и показателями сельскохозяйственного производства, считаем доказанным, что главными факторами формирования пожароопасных обстановок являются интенсивность использования сельскохозяйственных угодий и степень освоенности региона. Практически все остальные предполагаемые, прямые и опосредованные, факторы возникновения и распространения пожаров, как правило, не находят подтверждения, во всяком случае статистическими методами. К примеру, показатели развития пожаров любой временной продолжительности (сутки, отдельные периоды, годы) обычно не согласуются с метеорологическими показателями пожарной опасности. Сходные выводы содержатся в отдельных источниках [Dubinin, Lushchekina, Radeloff, 2011; Defining ruzomes ... , 2003], где указывается на сложную природу взаимодействия и слабую тесноту связей между предполагаемыми факторами и показателями подверженности пожарам.

Пастбищная деградация угодий достигла максимальных значений во второй половине XX в. на фоне повсеместной освоенности и заселенности Заволжско-Уральского и Прикаспийского регионов. Последующий спад сельскохозяйственного производства наблюдался во всех странах постсоветского пространства. Заметим, что динамика поголовья в степных регионах была однотипной, таким образом, ухудшение пирологической ситуации стало специфичным региональным откликом, а не показателем неустойчивости степного природопользования. Именно формирование обширных массивов неиспользуемых угодий выступило предпосылкой активизации пожарных явлений, наблюдаемой до нынешнего времени. Непосредственно для рассмотренной ключевой территории (и для южных степей в целом) особенностью распространения пожаров является их обширность в условиях отсутствия рубежей и неоднородная межгодовая динамика.

Список литературы

Горно-металлургические центры бронзового века в Зауралье и Мугоджарах / В. В. Зайков [и др.] // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2013. № 1. С. 174–195.

Динамика основных показателей социально-экономического развития Актыбинской области // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. URL: <https://stat.gov.kz/region/248875/dynamic> (дата обращения: 15.01.2023).

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

Национальный атлас Республики Казахстан. Т. I. Природные условия и ресурсы. Алматы, 2010. 150 с.

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

Растительность. Карта масштаба 1:5 000 000 / Е. А. Волкова, Н. П. Огарь, Е. И. Рачковская [и др.] // Национальный атлас Республики Казахстан. Т. I. Природные условия и ресурсы. Алматы, 2010. С. 110–113.

Ткачев В. В. Горно-металлургическое производство в структуре хозяйственно-культурных моделей западной периферии алакульской культуры // Уральский исторический вестник. 2019. Т. 62, № 1. С. 38–47. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1\(62\)-38-47](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1(62)-38-47)

Шинкаренко С. С. Оценка динамики площадей степных пожаров в Астраханской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15, № 1. С. 138–146. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-1-138-146>

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>

Шинкаренко С. С., Иванов Н. М., Берденгалиева А. Н. Пространственно-временная динамика выгоревших площадей на федеральных ООПТ юго-востока Европейской России // Nat. Conservation Res. = Заповедная наука. 2021. Т. 6, № 3. С. 23–44.

Annual Landsat time series reveal post-Soviet changes in grazing pressure / A. Dara [et al.] // Remote Sensing of Environment. 2020. N 239. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111667>

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

Dubinina 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>

Kerven C. Interplays between Policy and Practice on Rangelands in Kazakhstan since the 1990s. // International Grassland Congress Proceedings. Nairobi, Kenya Agricultural and Livestock Research Organization, 25–29 October, 2021. P. 1–4

Livestock Patterns // Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EK> (дата обращения: 15.01.2023).

Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan / B. R. Hankerson, F. Schierhorn, A. V. Prishchepov, C. Dong, C. Eissfelder, D. Müller // PLoS ONE. 2019. N 14(1). e0210051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210051>

Pavleichik V. M., Chibileva 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>

Post-Soviet Land-Use Change Affected Fire Regimes on the Eurasian Steppes / A. Dara, M. Baumann, N. Hölzel, P. Hostert // Ecosystems. 2020. N 23. P. 943–956. <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00447-w>

Post-Soviet shifts in grazing and fire regimes changed the functional plant community composition on the Eurasian steppe / M. Freitag, J. Kamp, A. Dara [et al.] // Global Change Biology. 2020. P. 1–14. <https://doi.org/10.1111/GCB.15411>

Reconstructing long time series of burned areas in arid grasslands of southern Russia by satellite remote sensing / M. Dubinina, P. Potapov, A. Lushchekina, V. Radeloff // Remote Sensing of Environment. 2010. Vol. 114. P. 1638–1648.

Spontaneous steppe restoration on abandoned cropland in Kazakhstan: grazing affects successional pathways / A. Brinkert, N. Hölzel, T. V. Sidorova, J. Kamp // Biodivers Conserv. 2016. N 25. P. 2543–2561. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1020-7>

References

Zajkov V.V., Juminov A.M., Ankushev M.N. [et al.]. Gorno-metallurgicheskie centry bronzovogo veka v Zauralie i Mugodzharah [Mining and metallurgical centers of the Bronze Age in the Trans-Urals and Mugodzharay]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geoarheologija. Jemnologija. Antropologija* [Izvestiya Irkutsk State University. Series: Geoarchaeology. Ethnology. Anthropology], 2013, no. 1, pp. 174-195. (in Russian)

Dinamika osnovnyh pokazatelej socialno-jekonomicheskogo razvitija Aktjubinskoj oblasti [Dynamics of the main indicators of socio-economic development of the Aktobe region]. Bjuro nacionalnoj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam Respubliki Kazahstan. Available at: <https://stat.gov.kz/region/248875/dynamic> (date of access: 15.01.2023). (in Russian)

Zony i tipy rastitelnosti 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. by G. N. Ogureeva). Moscow, St. Petersburg, Geographical Faculty of Lomonosov Moscow State University, V. L. Komarov Botanical Institute Publ., 1999. (in Russian)

Nacionalnyj atlas Respubliki Kazahstan. Tom I. Prirodnye uslovija i resursy [National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Vol. I. Natural conditions and resources]. Almaty, 2010, 150 p. (in Russian)

Pavleichik V.M., Jazykbaev Je.R., Sivohip Zh.T. [et al.]. Osobennosti formirovanija i realizacii pozharoopasnyh obstanovok v Uralo-Kaspijskom regione v anomalno zharkie i zasushliviye gody [Features of the formation and implementation of fire-hazardous situations in the Ural-Caspian region in abnormally hot and dry years]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija Nauki o Zemle* [Izvestiya Irkutsk State University. The series Earth Sciences], 2023, vol. 43, pp. 62-78. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.43.62> (in Russian)

Volkova E.A., Ogar N.P., Rachkovskaja E.I. [et al.]. Rastitelnost. Karta masshtaba 1:5000000 [Vegetation. Map scale 1:5000000]. *Nacionalnyj atlas Respubliki Kazahstan. Tom I. Prirodnye uslovija i resursy* [National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Vol. I. Natural conditions and resources]. Almaty, 2010, pp. 110-113. (in Russian)

Tkachev V.V. Gorno-metallurgicheskoe proizvodstvo v strukture hozjajstvenno-kulturnykh modelej zapadnoj periferii alakulskoj kultury [Mining and metallurgical production in the structure of economic and cultural models of the western periphery of the Alakul culture]. *Uralskij istoricheskij vestnik* [Ural Historical Bulletin], 2019, vol. 62, no. 1, pp. 38-47. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1\(62\)-38-47](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2019-1(62)-38-47) (in Russian)

Shinkarenko S.S. Ocenka dinamiki ploshhadej stepnyh pozharov v Astrahanskoj oblasti [Assessment of the dynamics of steppe fires in the Astrakhan region]. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2018, vol. 15, no. 1, pp. 138-146. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-1-138-146> (in Russian)

Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N. Dinamika ploshhadi garej v zonalnyh landshaftah jugo-vostoka evropejskoj chasti Rossii [Dynamics of the harem area in zonal landscapes of the south-east of the European part of Russia]. *Izvestiya RAN. Serija geograficheskaja* [Izvestiya RAS. Geographical series], 2022, no. 1, vol. 86, pp. 122-133. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010113> (in Russian)

Shinkarenko S.S., Ivanov N.M., Berdengalieva A.N. Prostranstvenno-vremennaja dinamika vygorevshih ploshhadej na federalnyh OOPT jugo-vostoka Evropejskoj Rossii [Spatiotemporal dynamics of burnt-out areas in federal protected areas of the south-east of European Russia]. *Nat. Conservation Res. Zapovednaja nauka* [Nat. Conservation Res. Reserved science], 2021. no. 3, vol. 6, pp. 23-44. (in Russian)

Dara A., Baumann M., Freitag M. [et al.]. Annual Landsat time series reveal post-Soviet changes in grazing pressure. *Remote Sensing of Environment*, 2020, no. 239, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111667>

Archibald S., Lehmann C., Gómez-Dans J. [et al.]. 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>

Kerven C. Interplays between Policy and Practice on Rangelands in Kazakhstan since the 1990s. *International Grassland Congress Proceedings*. Nairobi, Kenya Agricultural and Livestock Research Organization, 25-29 October, 2021, pp. 1-4.

Livestock Patterns. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EK> (date of access: 15.01.2023).

Hankerson B.R., Schierhorn F., Prishchepov A.V. [et al.]. Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan. *PLoS ONE*, 2019, no. 1, vol. 14, pp. e0210051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210051>

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

Dara A., Baumann M., Hölzel N. et al. Post-Soviet Land-Use Change Affected Fire Regimes on the Eurasian Steppes. *Ecosystems*, 2020, no. 23, pp. 943-956. <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00447-w>

Freitag M., Kamp J., Dara A. et al. Post-Soviet shifts in grazing and fire regimes changed the functional plant community composition on the Eurasian steppe. *Global Change Biology*, 2020, pp. 1-14. <https://doi.org/10.1111/GCB.15411>

Dubinin M., Potapov P., Lushchekina A. et al. 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.

Brinkert A., Hölzel N., Sidorova T.V. et al. Spontaneous steppe restoration on abandoned cropland in Kazakhstan: grazing affects successional pathways. *Biodivers Conserv.*, 2016, no. 25, pp. 2543-2561. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1020-7>

Сведения об авторах

Павлейчик Владимир Михайлович

кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник
Институт степи УрО РАН
Россия, 460000, г. Оренбург,
ул. Пионерская, 11
e-mail: vmpravleychik@gmail.ru

Сивохип Жанна Тарасовна

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

Information about the authors

Pavleichik Vladimir Mikhailovich

Candidate of Sciences (Geography),
Leading Researcher
Institute of Steppe UB RAS
11, Pionerskaya st., Orenburg, 460000,
Russian Federation
e-mail: vmpravleychik@gmail.ru

Sivohip Zhanna Tarasovna

Candidate of Sciences (Geography),
Leading Researcher
Institute of Steppe UB RAS
11, Pionerskaya st., Orenburg, 460000,
Russian Federation
e-mail: sivohip@mail.ru

Коды научной специальности: 1.6.21 и 1.6.19

Статья поступила в редакцию **02.02.2023**; одобрена после рецензирования **13.04.2023**; принята к публикации **13.06.2023**
The article was submitted **February, 2, 2023**; approved after reviewing **April, 13, 2023**; accepted for publication **June, 13, 2023**