

WILDFIRES IN MUNICIPALITIES OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN

A. N. Berdengalieva

*Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and
Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: berdengalieva@mail.ru

Received 26.04.2023

Submitted 12.07.2023

The work was carried out within the framework of the state tasks of the Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences No. № 122020100311-3 "Theoretical foundations of functioning and natural-anthropogenic transformation of agroforestry landscape complexes in transitional natural-geographical zones, patterns and forecast of their degradation and desertification based on geoinformation technologies, aerospace methods and mathematical cartographic modeling in modern conditions"

Summary

This article presents the results of determining the dynamics of the burnability of landscapes in the Volga-Akhtuba floodplain in the context of municipalities. This is necessary to determine the most fire-hazardous areas in the floodplain, which will further optimize fire prevention measures.

Abstract

Introduction. Identification of burnt-out areas in landscape fires and analysis of the patterns of burnability are quite urgent tasks. While much work has been devoted to forest fires, much less research has been devoted to grass and reed fires. In regions where, significant areas are occupied by reeds, the problem of fighting fires is acute. First of all, these are floodplains and deltas of large rivers, for example, the Lower Volga. The peculiarity of reed fires is that they can occur annually in the same place. The purpose of this study was to determine the dynamics of the burnability of landscapes in the Volga-Akhtuba floodplain in the context of municipalities. This is necessary to determine the most fire-hazardous areas in the floodplain, which will further optimize fire prevention measures. **Object.** Burnt-out areas on the territory of the Volga-Akhtuba floodplain within the boundaries of municipalities in 3 regions in the south of Russia are investigated. **Materials and methods.** The burned-out areas were determined by the method of visual decoding of satellite images of high and ultra-high spatial resolution in a combination of "artificial colors" channels with the inclusion of near and short-wave infrared channels (NIR and SWIR). For verification, data on the combustion centers of FIRMS and information products FireCCI, MCD64 and GABAM were used. The combined use of all methods gives the greatest accuracy in determining the boundaries of burnt areas. **Results and conclusions.** As a result of mapping using Landsat and Sentinel satellite data for 2001-2021, more than 16.6 thousand ha with a total area of 1.1 million ha (excluding repeatability) were identified. The regularities of the dynamics of the burnability of the landscapes of the Volga-Akhtuba floodplain have been established: a significant negative trend has been recorded for the entire research area. The municipalities where a significant positive trend of floodplain landscapes is noted are identified: Kolobovskoye, Tsarevskoye rural settlements and Leninsk urban settlement in the Volgograd region.

Key words: wildfires, floodplain landscapes, geoinformation technologies, remote sensing, Volga-Akhtuba floodplain.

Citation. Berdengalieva A. N. Wildfires in municipalities of the Volgo-Akhtuba floodplain. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 213-223 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-21.

Author's contribution. All the authors of this study were directly involved in the planning, execution or analysis of this study. All the authors of this article have read and approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 631.459:528.854

**ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ
ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ****А. Н. Берденгалиева, младший научный сотрудник***ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного
лесоразведения Российской академии наук
г. Волгоград, Российская Федерация**Работа проведена в рамках выполнения государственных заданий Федерального научного
центра агроэкологии, комплексной мелиорации и защитного лесоразведения Российской
академии наук № 122020100311-3 «Теоретические основы функционирования и природно-
антропогенной трансформации агролесоландшафтных комплексов в переходных природ-
но-географических зонах, закономерности и прогноз их деградации и опустынивания на
основе геоинформационных технологий, аэрокосмических методов и математико-
картографического моделирования в современных условиях»*

Актуальность. Идентификация выгоревших площадей при ландшафтных пожарах и анализ закономерностей горимости являются достаточно актуальными задачами. В то время как лесным пожарам посвящено много работ, травяным и тростниковым пожарам посвящено гораздо меньше исследований. В регионах, где значительные площади заняты тростниками, остро стоит проблема борьбы с пожарами. В первую очередь, это поймы и дельты крупных рек, например, Нижняя Волга. Особенность тростниковых пожаров заключается в том, что они могут происходить ежегодно на одном и том же месте. Целью данного исследования являлось определение динамики горимости ландшафтов в Волго-Ахтубинской пойме в разрезе муниципальных образований. Это необходимо для определения наиболее пожароопасных территорий в пойме, что позволит в дальнейшем оптимизировать меры противопожарной профилактики. **Объект.** Исследуются выгоревшие площади на территории Волго-Ахтубинской поймы в границах муниципальных образований в 3 регионах на юге России. **Материалы и методы.** Определение выгоревших площадей выполнено методом визуального дешифрирования спутниковых снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения в комбинации каналов «искусственные цвета» с включением ближнего и коротковолнового инфракрасных каналов (NIR и SWIR). Для верификации использовались данные об очагах горения FIRMS и информационные продукты FireCCI, MCD64 и GABAM. Совместное использование всех методов даёт наибольшую точность определения границ выгоревших площадей. **Результаты и выводы.** В результате картографирования по спутниковым данным Landsat и Sentinel за 2001-2021 гг. идентифицировано более 16,6 тыс. гарей суммарной площадью 1,1 млн га (без учета повторяемости). Установлены закономерности динамики горимости ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы: зафиксирован значимый отрицательный тренд для всей территории исследований. Определены муниципальные образования, где отмечен значимый положительный тренд горимости пойменных ландшафтов: Колобовское, Царевское сельские поселения и городское поселение Ленинск в Волгоградской области.

Ключевые слова: природные пожары, пойменные ландшафты, геоинформационные технологии, дистанционное зондирование земель, Волго-Ахтубинская пойма.

Цитирование. Бердигалиева А. Н. Природные пожары в муниципальных образованиях Волго-Ахтубинской поймы. *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 213-223. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-21.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился с представленным окончательным вариантом и одобрил его.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Природные пожары являются существенным фактором динамики состояния ландшафтов, т.к. приводят к изменению видового состава растительного покрова, разрушают местообитания животных, изменяют спектрально-отражательные ха-

рактеристики земного покрова [10, 25]. Лесные пожары лучше изучены, существуют специализированные системы мониторинга пожаров в лесах [12, 13]. В последние годы проведено достаточно много исследований по определению закономерностей пожарного режима зональных нелесных ландшафтов [15, 16, 25]. Природные пожары в луговых и пойменных ландшафтах изучены значительно хуже, исследования охватывают только отдельные участки речных долин [11, 14]. В то же время высокопродуктивные пойменные ландшафты при пожарах служат источником выбросов больших объемов парниковых газов и других продуктов горения, поэтому их мониторинг крайне важен для оценки эмиссий углерода [24].

Пойменные ландшафты Нижней Волги, включая ее дельту, являются территорией наибольшей частоты пожаров на юге европейской части России, а дельта Волги – единственная территория, где отмечен устойчивый рост горимости [15, 16]. Гидрологические изменения в бассейне Волги, вызванные зарегулированием стока и сменой климатических условий, приводят к сокращению продолжительности и снижению уровней половодья [3, 23, 26]. Это приводит к обсыханию лугов, что увеличивает их горимость. В то же время ухудшение обводнения поймы приводит к деградации растительных сообществ высокой поймы, которая заливается достаточно редко [18]. Это приводит к снижению их продуктивности и, как следствие, к уменьшению мортмассы, что способствует сокращению количества пожаров из-за недостатка горючего материала. По этим причинам требуется проведение пространственного анализа пожарного режима Волго-Ахтубинской поймы для установления участков с увеличением и снижением горимости. Спутниковые данные и методы их дешифрирования лучше всего подходят для этих целей, т.к. позволяют выполнить ретроспективный анализ [5, 6].

Целью данного исследования являлось определение динамики горимости ландшафтов в Волго-Ахтубинской пойме в разрезе муниципальных образований. Это необходимо для определения наиболее пожароопасных территорий в пойме, что позволит в дальнейшем оптимизировать меры противопожарной профилактики.

Материалы и методы. Территория исследования включает Волго-Ахтубинскую пойму (ВАП) от Волгоградского гидроузла до верховий дельты Волги (с. Верхнелебязье), расположена в трех субъектах: Астраханской (Ахтубинский, Енотаевский, Красноярский, Наримановский, Харабалинский, Черноярский районы), Волгоградской (Ленинский, Светлоярский, Среднеахтубинский районы, Кировский район города Волгоград) областях и Республике Калмыкия (Юстинский район). Площадь исследуемой территории составляет 787,6 тыс. га и делится на два гидролого-геоморфологических района (рис. 1): северная (от Волгограда до пос. Черный Яр) и центральная (от пос. Черный Яр до с. Верхнелебязье) части ВАП [23]. Северная часть ВАП характеризуется грядистым рельефом и, соответственно, более высокими отметками поймы, занятыми, в том числе, природными дубравами, тополевыми и искусственными насаждениями ясеня, сосны [9], для центральной части ВАП характерно преобладание заливаемых лугов [4].

В работе применена широко используемая методика картографирования выгоревших площадей [11, 14, 15, 24, 25] по спутниковым снимкам Landsat 5, 7, 8, 9 и Sentinel-2. Для верификации результатов дешифрирования использовались данные об очагах активного горения FIRMS [22] и данные выгоревших площадей FireCCI51 [20], MCD64A1 [21] и GABAM [17]. Ни один из указанных информационных продуктов не обеспечивает достаточную точность при картографировании природных пожаров в пойменных ландшафтах, поскольку содержит как ложные определения гарей, так и большую долю пропусков [1, 2, 11]. На рисунке 2 показан пример выделения гарей по данным использованных информационных продуктов детектирования выгоревших площадей и экспертного дешифрирова-

ния цветосинтезированных спутниковых изображений в комбинации коротковолнового, ближнего инфракрасного и зеленого диапазонов, соответствующих 7, 4, 2 каналам Landsat 5, 7 и 7, 5, 3 каналам Landsat 8, 9. Характерно большое количество ложных определений гарей по данным FireCCI51, MCD64A1, GABAM, связанное с последующим затоплением при половодье, т.к. водные объекты и свежие гари имеют сходные спектрально-отражательные признаки [1]. Исследование охватывает 2001-2021 гг., что связано с запуском спутниковой системы MODIS в 2000 г., на материалах которой основываются информационные продукты детектирования активного горения, необходимые для верификации при картографировании пожаров.



Рисунок 1 – Территория исследований

(I – границы пойменных ландшафтов, II – границы административных районов)

Figure 1 – Research area

(I – boundaries of floodplain landscapes, II – boundaries of administrative districts)

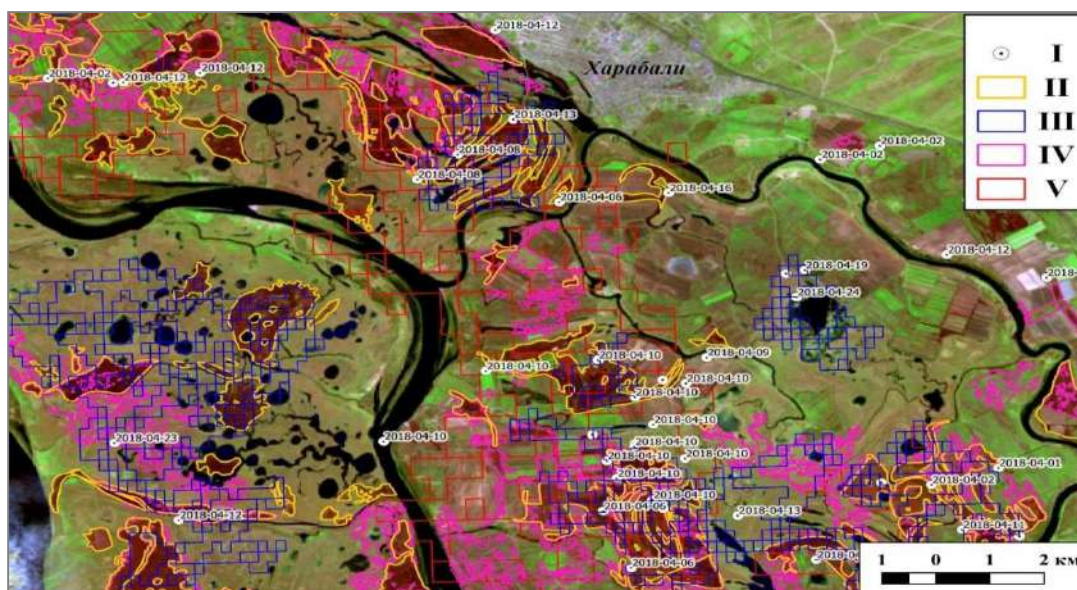


Рисунок 2 – Результат картографирования выгоревших площадей на 17 апреля 2018 г.

(I – термоточки FIRMS, II – дешифрирование, III – FireCCI, IV – GABAM, V – MCD64A1)

Figure 2 – The result of mapping the burnt-out areas on April 17, 2018 (I – thermal dots FIRMS, II – decryption, III – FireCCI, IV – GABAM, V – MCD64A1)

Расходы воды в створе Волгоградского гидроузла, длительности половодья и периодов максимальных расходов воды, уровни половодий приведены согласно работам [7, 8], а также информации официального сайта РусГидро (<http://www.rushydro.ru/hydrology/informer>) и Государственного водного реестра (<https://gis.favr.ru/web/guest/opendata>). Геоинформационная обработка данных и дешифрирование спутниковых снимков выполнялись в программе QGIS, статистическая обработка результатов произведена MS Excel.

Результаты и обсуждение. В результате картографирования выгоревших площадей по спутниковым данным Landsat и Sentinel за 2001-2021 гг. идентифицировано более 16,6 тыс. гарей суммарной площадью (без учета повторяемости) 1,1 млн га. Таким образом, ежегодно отмечается в среднем почти 800 пожаров, среднемноголетней площадью около 66 га каждый. Многолетняя динамика количества и площадей пожаров на территории исследований показана на рисунке 3. Максимальное количество пожаров было в 2009 г., также выделяются 2003, 2005, 2006, 2014 и 2020 гг., в каждый из которых зафиксировано более тысячи пожаров. В Волго-Ахтубинской пойме отсутствует тренд снижения количества пожаров, кроме Юстинского района Калмыкии, где число гарей уменьшается на 4 за десятилетие ($r=0,46$, $p<0,05$). Во втором десятилетии XXI в. количество пожаров в районе исследований уменьшилось примерно на 30% по сравнению с первым. Подобные тенденции характерны также и для зональных ландшафтов юга европейской части России [15, 16].

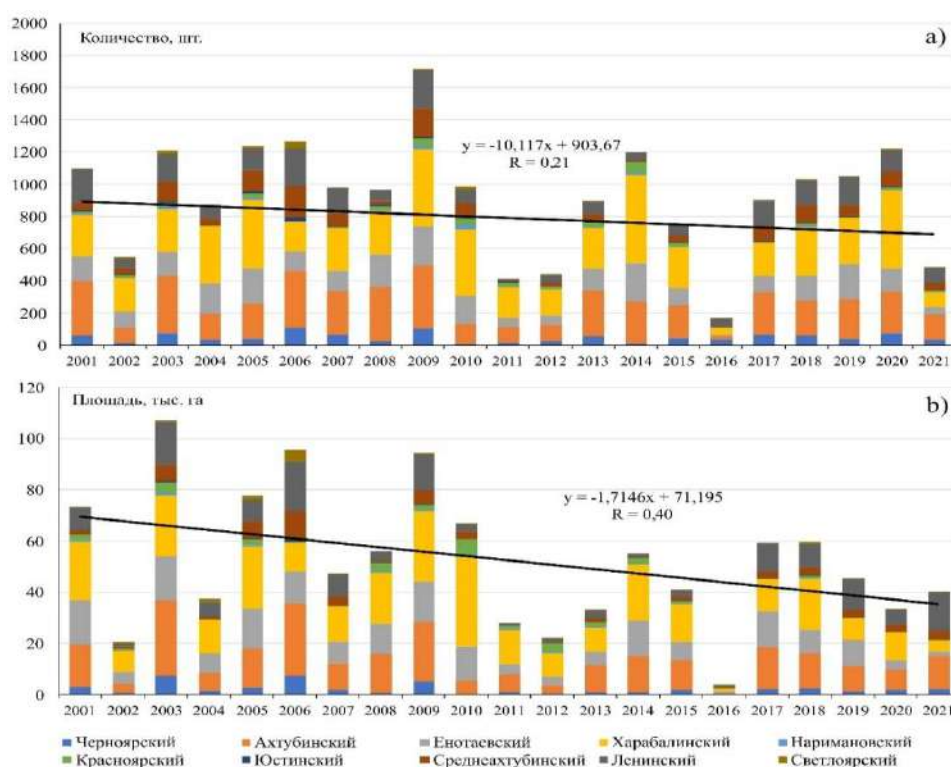


Рисунок 3 – Динамика количества (а) и площадей пожаров (б) в административных районах
Figure 3 – Dynamics of the number (a) and areas of fires (b) in administrative districts

Больше всего пожаров отмечено в Харабалинском и Ахтубинском районах Астраханской области – 5,95 и 4,75 тыс. шт. соответственно. Эти районы имеют наибольшую площадь пойменных ландшафтов, что в некоторой степени может объяснять и наибольшее количество пожаров. В то же время в Енотаевском районе при сопоставимой площади поймы отмечается почти вдвое меньше пожаров – всего идентифицировано 2,9 тыс. случа-

ев. Максимальные среднегодовые площади также характерны для Харабалинского и Ахтубинского районов – 15,4 и 12,5 тыс. га соответственно. Далее следует Енотаевский район (9,4 тыс. га в год) и Ленинский район Волгоградской области (7,2 тыс. га в год). Наибольшие выгоревшие площади зафиксированы в 2003, 2006 и 2009 гг. – 90-110 тыс. га. После 2010 г. площадь пожаров не превышала 50-60 тыс. га в год. Как и в случае с количеством пожаров, большие выгоревшие площади характерны для административных районов большого размера. Динамика площади гарей характеризуется отрицательным трендом с угловым коэффициентом 1,7 тыс. га в год ($r=0,4$, $p<0,05$).

Показателем, который характеризует пожарный режим и в меньшей степени зависит от площади объекта, является горимость – отношение выгоревшей площади ко всей площади ландшафтов исследуемого объекта. На рисунках 4 и 5 показана динамика горимости в муниципальных образованиях в Волго-Ахтубинской пойме. Среднемноголетняя горимость в 2011-2021 гг. уменьшилась на 43% по сравнению с периодом 2001-2010 гг.: с 8,9% в год до 5% в год. Для всех районов характерно снижение горимости после 2010 г., наиболее сильно это проявилось в Светлоярском районе Волгоградской области. Из 66 проанализированных муниципальных образований (МО) горимость снизилась в два и более раз почти в половине случаев (32), еще в 24 МО снижение составило до 50%. Рост горимости отмечен только в шести МО: в четырех случаях до 50% (Золотухинский (№ 41 на рис. 4 и 5), Косикинский (№ 53), Успенский (№ 31) сельсоветы Астраханской области и Царевское сельское поселение (№ 18) в Волгоградской) и в двух – более 50% (Колобовское сельское поселение (№ 19) и городское поселение Ленинск (№ 2)).

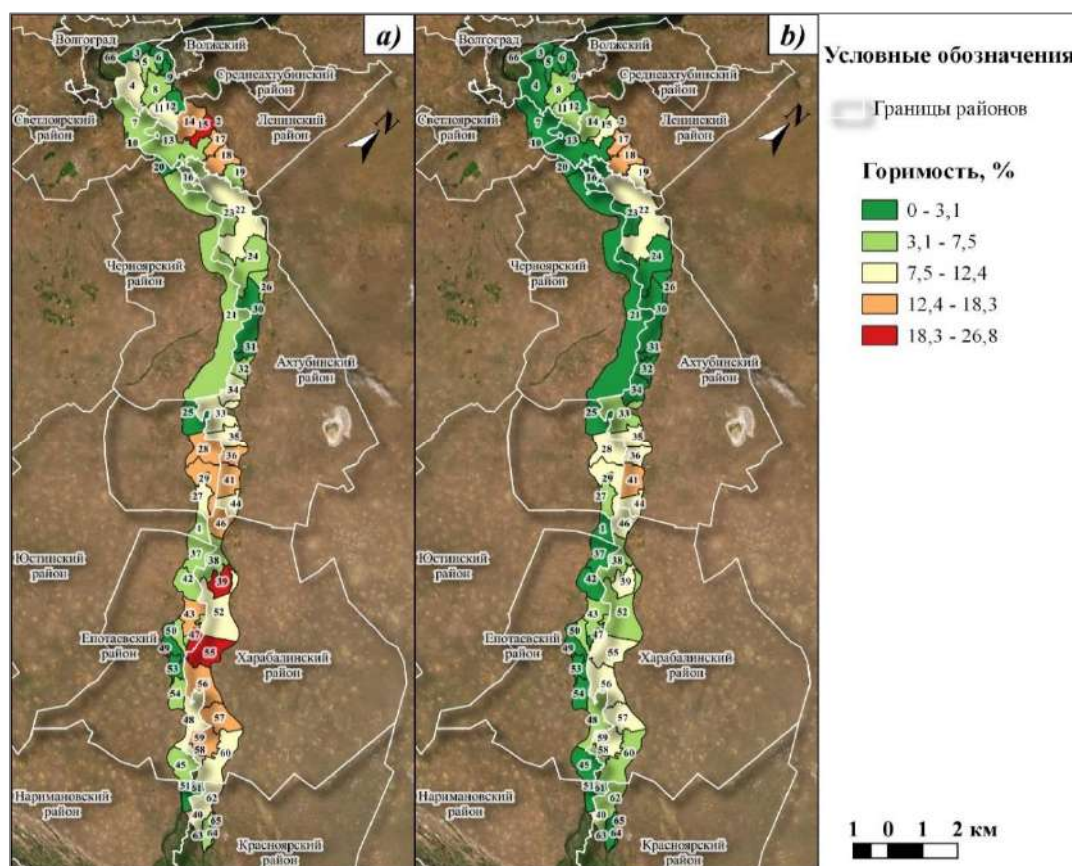


Рисунок 4 – Среднемноголетняя горимость пойменных ландшафтов в муниципальных образованиях в 2001-2010 гг. (a) и в 2011-2021 гг. (b)

Figure 4 – Average annual burnability of floodplain landscapes in municipalities in 2001-2010 (a) and in 2011-2021 (b)

Тренд горимости аналогичен тренду выгоревших площадей ($r=0,4$, $p<0,05$). Для всех районов характерны отрицательные угловые коэффициенты линейных трендов, но значимы только тренды в Харабалинском ($k=-0,27$ % в год, $r=0,48$, $p<0,05$) и Енотаевском ($k=-0,36$ % в год, $r=0,48$, $p<0,05$) районах Астраханской области. Значимые тренды увеличения горимости отмечены в Колобовском, Царевском сельских поселениях и городском поселении Ленинск Волгоградской области. На территории трех МО не зафиксировано пожаров за период исследований, что связано с незначительной площадью пойменных ландшафтов в них, это городские поселения Средняя Ахтуба и Нариманов, а также Волжский сельсовет. Значимые тренды снижения горимости отмечены в 16 МО. На территории 44 МО значимые тренды горимости отсутствуют. Проведенные ранее исследования на уровне гидролого-геоморфологических районов не выявили для данной территории значимых трендов. Одной из причин снижения горимости может быть деградация луговой растительности из-за ухудшения условий обводнения, что приводит к снижению продуктивности и замещению пойменных видов зональными растениями [19, 23]. Также на территории исследований расположены особо охраняемые природные территории: природные парки «Волго-Ахтубинская пойма», «Волго-Ахтубинское междуречье» и «Природный парк Республики Калмыкия», в деятельность которых входит и противопожарная профилактика.

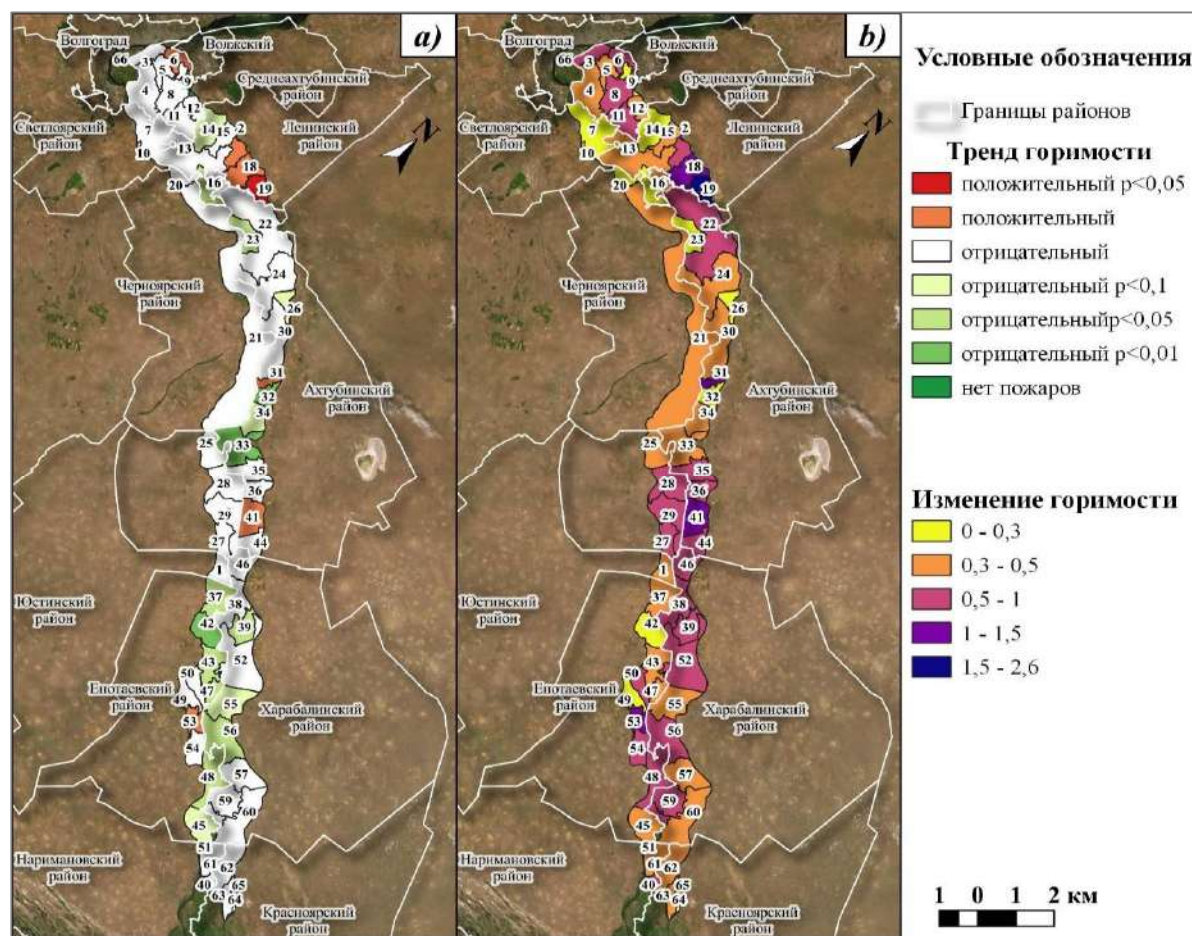


Рисунок 5 – Тренды горимости (а) и отношение горимости пойменных ландшафтов в 2011-2021 гг. к 2001-2010 гг. (б) в муниципальных образованиях
Figure 5 – Trends of burnability (a) and the ratio of burnability of floodplain landscapes in 2011-2021 to 2001-2010 (b) in municipalities

Для исследованных пойменных ландшафтов ранее не было установлено значимой связи горимости весной и гидрологических условий половодья, в то время как длительное и высокое половодье существенно снижает количество и площади пожаров в летний период [14]. В данном исследовании выявлена значимая связь максимальных расходов воды через Волгоградский гидроузел в период половодья и горимостью в Ленинском районе Волгоградской области ($r=-0,4$, $p<0,05$) и Юстинском районе Республики Калмыкия ($r=-0,62$, $p<0,01$). В последние десятилетия отмечено снижение водности половодья, выраженное как в уменьшении максимальных расходов, так и длительности половодья [3, 26], что может приводить к росту горимости в весенний период, и снижению – в летний [14]. Примечательно, что рост температур воздуха в марте способствует снижению горимости практически на всей территории исследования. Это может быть связано с тем, что чаще горят ранней весной высохшие тростниковые заросли. Рост температуры способствует более ранней вегетации растительности, что приводит к снижению пожарной опасности, т.к. более влажные вегетирующие побеги хуже горят. При этом корреляции количества пожаров и гидрологических характеристик не выявлено.

Заключение. В результате исследования установлены закономерности динамики горимости ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы: зафиксирован значимый отрицательный тренд для всей территории исследований. При этом для количества пожаров тренд отсутствует. Определены муниципальные образования, где отмечен значимый положительный тренд горимости пойменных ландшафтов: Колобовское, Царевское сельские поселения и городское поселение Ленинск в Волгоградской области. Эти муниципальные образования расположены вблизи от моста через Ахтубу, который активно используется туристами, что может приводить к большим площадям пожаров, причинами которых является неосторожное обращение с огнем. Выявленные особенности горимости могут быть использованы для оптимизации противопожарной профилактики.

Conclusions. As a result of the study, patterns of fire dynamics in landscapes of the Volga-Akhtuba floodplain were established: a significant negative trend was recorded for the entire study area. However, there is no trend for the number of fires. Municipalities were identified where a significant positive trend in the fire rate of floodplain landscapes was noted: Kolobovskoye, Tsarevskoye rural settlements and the urban settlement of Leninsk in the Volgograd region. These municipalities are located near the bridge over Akhtuba, which is actively used by tourists, which can lead to large areas of fires caused by careless handling of fire. The identified features of flammability can be used to optimize fire prevention.

Библиографический список

1. Берденгалиева А. Н., Шинкаренко С. С. Дешифрирование нелесных пожаров в условиях речных пойм // Научно-агрономический журнал. 2020. № 4 (111). С. 43-48.
2. Берденгалиева А. Н. Анализ горимости пойменных ландшафтов нижней Волги по данным информационных продуктов спутникового детектирования активного горения и выгоревших площадей // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 1. С. 346-358.
3. Болгов М. В., Шаталова К. Ю., Горелиц О. В., Землянов И.В. Водно-экологические проблемы Волго-Ахтубинской поймы // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1. № 3. С. 15-37.
4. Валов М. В., Бармин А. Н., Бармина Е. А. Современные тенденции динамики растительного покрова интразонального ландшафта дельты реки Волги // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2018. Т. 4 (70). № 1. С. 93-103.
5. Васильченко А. А. Пространственный анализ инфраструктуры орошаемых полей Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4 (119). С. 12-18.

6. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. С. 79.
7. Кривошей В. А. Река Волга (проблемы и решения). М.: ООО Журн. «РТ», 2015. 92 с.
8. Лобойко В. Ф., Овчарова А. Ю., Никитина Н. С. Особенности водного режима Нижней Волги и его влияние на состояние северо-западной части Волго-Ахтубинской поймы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 89–96.
9. Манаенков А. С., Пономарев А. С. Количественная оценка экотопов Волго-Ахтубинской поймы по лесопригодности и условиям облесения культурами сосны // Научно-агрономический журнал. 2021. № 4 (115). С. 6-12.
10. Мониторинг ландшафтных пожаров в Волгоградской области по данным очагов активного горения / С. С. Шинкаренко, О. Ю. Кошелева, А. Н. Берденгалиева, К. А. Олейникова // Природные системы и ресурсы. 2018. Т. 8. № 3. С. 59-66.
11. Остроухов А. В. Применение долговременных рядов данных ДЗЗ для оценки масштабов ландшафтных пожаров в пределах Среднеамурской низменности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 164-175.
12. Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения MODIS и Landsat-TM/ETM+ / С. А. Барталев, В. А. Егоров, В. Ю. Ефремов, Е. А. Лупян, Ф. В. Стыценко, Е. В. Флитман // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 9–27.
13. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в 21 веке на территории Российской Федерации (цифры и факты по данным детектирования активного горения) / Е. А. Лупян, С. А. Барталев, И. В. Балашов, В. А. Егоров, Д. В. Ершов, Д. А. Кобец, К. С. Сенько, Ф. В. Стыценко, И. Г. Сычугунов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6. С. 158–175.
14. Шинкаренко С. С., Барталев С. А., Берденгалиева А. Н., Иванов Н. М. Пространственно-временной анализ горимости пойменных ландшафтов Нижней Волги // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 1. С. 143-157.
15. Шинкаренко С. С., Дорошенко В. В., Берденгалиева А. Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 122-133.
16. Шинкаренко С. С., Дорошенко В. В., Берденгалиева А. Н., Комарова И. А. Динамика горимости аридных ландшафтов России и сопредельных территорий по данным детектирования активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 149–164.
17. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine / T. Long [et al.] // Remote Sens. 2019. Vol. 11. P. 489.
18. Belyaev A. I., Pugacheva, A. M., Korneeva E. A. Assessment of Ecosystem Services of Wetlands of the Volga–Akhtuba Floodplain // Sustainability. 2022. Vol. 14. Pp. 11240.
19. Changes in the flora composition of the Volga – Akhtuba floodplain after regulation of the flow of Volga River / V. B. Golub [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. V. 10. No. 1. Pp. 44–51.
20. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel product, version 5.1 / E. Chuvieco [et al.] // Centre for Environmental Data Analysis. 2018.
21. Giglio L., Justice C., Boschetti L., Roy D. MCD64A1 MODIS/Terra+Aqua Burned Area Monthly L3 Global 500m SIN Grid V0 06 [Data set] // NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2015.
22. Giglio L., Schroeder W., Justice C. O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products // Remote Sensing of Environment. 2016. Vol. 178. Pp. 31-41.
23. Kuzmina, Zh. V., Treshkin S. E., Shinkarenko S. S. Effects of River Control and Climate Changes on the Dynamics of the Terrestrial Ecosystems of the Lower Volga Region // Arid Ecosystems. 2018. Vol. 8. No 4. Pp. 231-244.
24. Mapping Wetland Burned Area from Sentinel-2 across the Southeastern United States and Its Contributions Relative to Landsat-8 (2016–2019) / M. K. Vanderhoof [et al.] // Fire. 2021. V. 4. No. 3. Pp. 52.

25. Pavleichik V. M., Chibilev A. A. Steppe fires in conditions the regime of reserve and under changing anthropogenic impacts // *Geography and Natural Resources*. 2018. V. 39. No 3. Pp. 212–221.

26. Shumova N. A. Changes in environmentally significant characteristics of the hydrological regime of the Lower Volga under runoff control // *Arid Ecosystems*. 2014. V. 4. No 3. Pp. 158-168.

References

1. Berdengalieva A. N., Shinkarenko S. S. Deciphering of non-forest fires in river floodplains // *Scientific and agronomic journal*. 2020. № 4 (111). Pp. 43-48.

2. Berdengalieva A. N. Analysis of the floodplain landscapes of the lower Volga according to the information products of satellite detection of active combustion and burned areas // *InterKarto. InterGIS*. 2022. V. 28. № 1. Pp. 346-358.

3. Bolgov M. V., Shatalova K. Yu., Gorelitz O. V., Zemlyanov I. V. Water-ecological problems of the Volga-Akhtuba floodplain // *Ecosystems: ecology and dynamics*. 2017. V. 1. № 3. Pp. 15-37.

4. Valov M. V., Barmin A. N., Barmina E. A. Modern trends in the dynamics of the vegetation cover of the intrazonal landscape of the Volga delta // *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Geography. Geology*. 2018. V. 4 (70). № 1. Pp. 93-103.

5. Vasilchenko A. A. Spatial analysis of the infrastructure of irrigated fields of the Volga-Akhtuba floodplain in the Volgograd region // *Scientific and agronomic journal*. 2022. № 4 (119). Pp. 12-18.

6. Vinogradov B. V. *Aerospace monitoring of ecosystems*. M.: Science, 1984. P. 79.

7. Krivoshey V. A. *Volga River (problems and solutions)*. M.: LLC Zhurn. "RT," 2015. 92 p.

8. Loboiko V. F., Ovcharova A. Yu., Nikitina N. S. Features of the water regime of the Lower Volga and its influence on the state of the northwestern part of the Volga-Akhtuba floodplain // *Izvestia of the Nizhnevolzhsky agricultural university complex: science and higher professional education*. 2018. № 4 (52). Pp. 89-96.

9. Manaenkov A. S., Ponomarev A. S. Quantitative assessment of the ecotopes of the Volga-Akhtuba floodplain on forest compatibility and conditions of afforestation with pine crops // *Scientific and Agronomic Journal*. 2021. № 4 (115). Pp. 6-12.

10. Monitoring of landscape fires in the Volgograd region according to the sources of active combustion / S. S. Shinkarenko, O. Yu. Koshelev, A. N. Berdengaliev, K. A. Oleinikov // *Natural systems and resources*. 2018. V. 8. № 3. Pp. 59-66.

11. Ostroukhov A. V. Application of long-term series of data from the FAR to assess the scale of landscape fires within the Sredneamur lowland // *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2022. V. 19. № 5. Pp. 164-175.

12. Assessment of the area of fires based on the integration of satellite data of various spatial resolution MODIS and Landsat-TM/ETM + / S. A. Bartalev, V. A. Egorov, V. Yu. Efremov, E. A. Lupyan, F. V. Stytsenko, E. V. Fleetman // *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2012. V. 9. № 2. Pp. 9-27.

13. Satellite monitoring of forest fires in the 21st century in the territory of the Russian Federation (figures and facts according to the detection of active combustion) / E. A. Lupyan, S. A. Bartalev, I. V. Balashov, V. A. Egorov, D. V. Ershov, D. A. Kobets, K. S. Senko, F. V. Stytsenko, I. G. Sychugov // *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2017. V. 14. № 6. Pp. 158-175.

14. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A., Berdengalieva A. N., Ivanov N. M. Space-time analysis of the floodplain landscapes of the Lower Volga // *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2022. V. 19. № 1. Pp. 143-157.

15. Shinkarenko S. S., Doroshenko V. V., Berdengalieva A. N. Dynamics of the area of hareas in the zonal landscapes of the southeast of the European part of Russia // *Izvestia of the Russian Academy of Sciences. The series is geographical*. 2022. V. 86. № 1. Pp. 122-133.

16. Shinkarenko S. S., Doroshenko V. V., Berdengalieva A. N., Komarova I. A. Dynamics of the combustion of arid landscapes of Russia and adjacent territories according to the detection of active combustion // *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2021. V. 18. № 1. P. 149-164.

17. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine / T. Long [et al.] // *Remote Sens*. 2019. Vol. 11. P. 489.

18. Belyaev A. I., Pugacheva, A. M., Korneeva E. A. Assessment of Ecosystem Services of Wetlands of the Volga–Akhtuba Floodplain // Sustainability. 2022. Vol. 14. P. 11240.
19. Changes in the flora composition of the Volga – Akhtuba floodplain after regulation of the flow of Volga River / V. B. Golub [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. V. 10. No. 1. Pp. 44–51.
20. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel product, version 5.1 / E. Chuvieco [et al.] // Centre for Environmental Data Analysis. 2018.
21. Giglio L., Justice C., Boschetti L., Roy D. MCD64A1 MODIS/Terra+Aqua Burned Area Monthly L3 Global 500m SIN Grid V0 06 [Data set] // NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2015.
22. Giglio L., Schroeder W., Justice C. O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products // Remote Sensing of Environment. 2016. Vol. 178. Pp. 31–41.
23. Kuzmina, Zh. V., Treshkin S. E., Shinkarenko S. S. Effects of River Control and Climate Changes on the Dynamics of the Terrestrial Ecosystems of the Lower Volga Region // Arid Ecosystems. 2018. Vol. 8. No 4. Pp. 231–244.
24. Mapping Wetland Burned Area from Sentinel-2 across the Southeastern United States and Its Contributions Relative to Landsat-8 (2016–2019) / M. K. Vanderhoof [et al.] // Fire. 2021. V. 4. No. 3. P. 52.
25. Pavleichik V. M., Chibilev A. A. Steppe fires in conditions the regime of reserve and under changing anthropogenic impacts // Geography and Natural Resources. 2018. V. 39. No 3. Pp. 212–221.
26. Shumova N. A. Changes in environmentally significant characteristics of the hydrological regime of the Lower Volga under runoff control // Arid Ecosystems. 2014. V. 4. No 3. Pp. 158–168.

Информация об авторе

Берденгалиева Асель Нурлановна, младший научный сотрудник лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (РФ, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), ORCID: 0000-0002-5252-7133, e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru

Authors Information

Berdengalieva Asel Nurlanovna, junior researcher laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Russia, 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave., 97), ORCID: 0000-0002-5252-7133, e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-22

INFLUENCE OF FERTILIZER DOSES ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN OF EARLY SOYBEAN VARIETIES UNDER IRRIGATION

L. V. Vronskaya

*FGBNU "All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: koshkarova-vniimk@yandex.ru

Received 07.07.2023

Submitted 23.08.2023

The studies were carried out within the framework of the R&D topics for 2019-2021. To develop the theoretical foundations of the methodology and technology of breeding, seed production of field crops (corn, soybeans), to create new competitive genotypes with high productivity, product quality and increased resistance to environmental environmental factors in irrigated conditions of the arid zone. Subject FSMG-2019-0005

Summary

The article presents the results of scientific research on the technology of cultivation of early soybean varieties under irrigation. A significant effect of mineral nutrition on the productivity and grain quality of soybean varieties Volgogradka 2 and VNIIOZ 86 was shown.