

Состояние флоры формации *Pinus sylvestris* L.  
после лесного пожара 2010 года на территории Липецкой области  
в Центральном Черноземье России

Ю. С. Горбунова ✉, Т. А. Девятова, А. Я. Григорьевская

Воронежский государственный университет, Российская Федерация)  
(394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

**Аннотация.** В 2010 году лесные пожары уничтожили 625,6 тыс. га лесной площади и почв, расположенных под лесными насаждениями на территории Российской Федерации. По данным метеорологов лето 2010 года отмечено температурными максимумами выше 40 °С. Длительное время осадков не было, понизился уровень грунтовых вод, травяной покров засох. Сложившиеся климатические условия отрицательно сказались на видовом разнообразии флоры леса, способствовали возникновению лесного пожара. Из лесообразующих пород пострадала ценная хвойная порода – *Pinus sylvestris*. Цель – дать анализ динамики флоры фоновой и пирогенной формаций *Pinus sylvestris* на территории Липецкой области за период с 2011 по 2023 годы.

**Материалы и методы.** С 2011 по 2023 год заложено и описано по 40 учётных площадок ежегодно. Учет обилия проведен по О. Друде.

**Результаты и обсуждение.** Получены новые сведения о состоянии флоры формации *Pinus sylvestris* с координатами пирогенного (с.ш. 52°30'37.3''; в.д. 38°57'28.7'') и фоновой (с.ш. 52°30'39.2''; в.д. 38°57'30.3'') участков. Представлены результатам изучения флоры за 13-летний период после лесного пожара 2010 года на территории Липецкой области, расположенной в средней части Европейской России.

**Выводы.** Выявлены фазы флористических сукцессий в растительных группировках при формировании пирогенной формации: 1 – пионерная группировка (2010-2013); 2 – простая группировка (2014-2018); 3 – сложная группировка (2019-2023).

**Ключевые слова:** флора, формация, пирогенный и фоновый участок, лесной пожар.

**Для цитирования:** Горбунова Ю. С., Девятова Т. А., Григорьевская А. Я. Состояние флоры формации *Pinus sylvestris* L. после лесного пожара 2010 года на территории Липецкой области в Центральном Черноземье России // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2025, № 1, с. 4-9. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/1/4-9>

## ВВЕДЕНИЕ

Лес – природный возобновляемый ресурс и национальное богатство государства. Леса Российской Федерации, имеют более четверти мировых запасов древесной биомассы. В настоящее время вспышки болезней, появление вредителей, пожары возникают по вине человека и погодично-климатических условий. В 2010 году лесные пожары уничтожили 625,6 тыс. га лесной площади и почв, расположенных под лесными насаждениями на территории России. Больше всех пострадала *Pinus sylvestris*. С самого начала XXI века отмечается рост количества максимальных температур [7, 10, 11]. Наиболее детально и конкретно потепление климата рассматривается в статьях [1, 2]. По данным метеорологов 2.08.10 отмечена температура 40,7 °С. Длительное время осадков не было, понизился уровень грунтовых вод, травяной покров засох. Сложившиеся климатические условия отрицательно сказались на видовом раз-

нообразии флоры леса, способствовали возникновению лесного пожара.

**Новизна работы.** Впервые анализируется за 14 лет (с 2010 года) динамика флоры пирогенной формации *Pinus sylvestris* на территории Липецкой области. Полученные данные подтверждаются аналитической оценкой экобиоморфологического состояния флоры и структуры пирогенной формации.

**Цель работы** – проанализировать динамику флоры фоновой и пирогенной формаций *Pinus sylvestris* на территории Липецкой области за период с 2011 по 2023 годы.

**Задачи исследования:** 1) проанализировать флору за 13-ти летний период наблюдений по результатам выполненных полевых описаний с 2011 по 2023 годы; 2) наглядно показать результаты динамики флоры пирогенной формации *Pinus sylvestris* за период с 2011 по 2023 годы.

© Горбунова Ю. С., Девятова Т. А., Григорьевская А. Я., 2025

✉ Горбунова Юлия Сергеевна, e-mail: [gorbunova.vsu@mail.ru](mailto:gorbunova.vsu@mail.ru)



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Климат Центрального Черноземья умеренно континентальный. Величина среднегодовой температуры воздуха равна +5,5 °С. Годовая амплитуда температур достигает 30 °С. Важным для успешной вегетации растений параметром климата является сумма активных температур выше десяти градусов, которая составляет от 180 до 195 дней. Годовая величина осадков составляет 550 мм, большая часть которых выпадает в теплое время года. Средние высоты снежного покрова составляют 25-30 см, продолжительность залегания

которого составляет 120 дней. Река Дон выступает, как и тектоника в качестве интегрирующего фактора, придающего ландшафтно-экологическое единство исследуемой территории, где приходится ее верхнее течение с длиной реки равной 950 км. Объекты исследования – фоновая и пирогенная формации *Pinus sylvestris*, находящиеся в 8 км севернее села Кашары Задонского района Липецкой области (рис.). Фоновая формация расположена на аналогичном участке рельефа и в тех же климатических условиях, но без пирогенного воздействия.

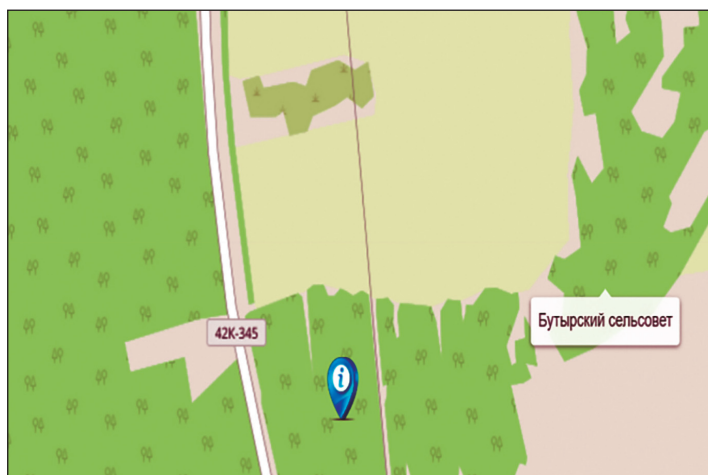


Рис. Формация *Pinus sylvestris*, расположенная на территории Задонского района Липецкой области  
(выполнено автором)

[Fig. Formation of *Pinus sylvestris*, located in the Zadonsky district of the Lipetsk Region  
(done by the author)]

Флора формаций устанавливалась по общепринятым методам описания учетных площадок. Ежегодно описывалось по 40 учетных площадок, заложенных в четырех пирогенных и фоновых формациях. Обилие установлено по О. Друде [9]. Обработка результатов проведена по Б.А. Доспехову [8], с использованием Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Лес является одним из важнейших биомов мира. Он испытал существенную антропогенную нагрузку от пожара летом 2010 года из-за избытка тепла и недостатка влаги. Для успешного развития вегетации растениям важно наличие как тепла, так и влаги в их оптимальном соотношении между экотопом и биотопом. При этом лимитирующим фактором в данном случае является недостаток влаги. Изучение экосистемного разнообразия, подразумевает выявление взаимосвязей, присущих компонентам экосистем. Интенсивность лесного пожара является важным показателем, так как именно от его интенсивности зависит количество сгоревших растительных горючих материалов. Это, в свою очередь, определяет степень разрушения биогеоценоза, а также в дальнейшем влияет на характер постпирогенного восстановления. На исследуемой территории интенсивность лесного пожара слабая. Отмечены особенности восстановления экобиоморфологической

структуры постпирогенной флоры. Происходящее в течение 13 лет постепенное восстановление видового состава растений пирогенного фитоценоза шло с увеличением числа лесных видов растений. Общее проективное покрытие (ОПП) живого напочвенного покрова на антропогенной территории резко уменьшилось. Для определения степени восстановления фитобиоты использован метод сравнительного анализа. Ежегодные флористические описания после лесного пожара 2010 года (экосистема отличается средней деградацией) сравнивались погодиочно [6] вплоть до 2023 года [4, 5]. За такой временной отрезок произошло 3 смены сукцессионных фаз, фиксируя усложнение структуры сообщества.

В предыдущих работах нами рассмотрены три фазы постепенного восстановления пирогенной формации с указанием экобиоморфологической характеристики флоры [4, 5, 6].

Первая сукцессионная фаза – пионерная группировка (2010-2013 годы). Представлена следующими сорно-рудеральными видами растений: *Echinochloa crusgalli*, *Capsella bursa-pastoris*, *Berteroa incana*, *Sonchus arvensis*, *Impatiens noli-tangere*, *Erigeron canadensis*. Зафиксировано почти сплошное распространение сорняков с общим проективным покрытием от 65 до 80%. Идёт внедрение растений, их размно-

жение, появляются консортивные отношения между организмами. Процент проективного покрытия (ПП) высокий только за счет сорных видов растений.

Вторая сукцессионная фаза – простая группировка (2014–2018 годы) Происходит закрепление длинно-корневищных и других видов корневых систем злаков: *Elytrigia repens* с обилием вида *sp.*, *Calamagrostis epigeios* с обилием вида *sp.*, *Poa pratensis* с обилием вида *sp.*, *Poa compressa*, *Agrostis syreistschikowii*, *Bromus arvensis*, *Calamagrostis canescens*, *Festuca sulcata*, *Agrostis alba*, из разнотравья – *Chamaenerion angustifolium* с обилием вида *sp.*

Третья сукцессионная фаза – сложная группировка (2019–2023 годы) [3]. Происходит перестройка структуры растительного сообщества, что выражается в замене доминантов в ярусной структуре фитоценоза, увеличивается количество лесных видов растений таких как: *Convallaria majalis*, *Melampyrum pratense*, *Quercus robur*, *Melampyrum nemorosum*, *Chelidonium majus*, *Euonymus verrucosa*, *Betula verrucosa*. *Viola arvensis* и опушечно-лесных видов растений: *Populus tremula*, *Geranium robertianum*, *Polygonatum multiflorum*, *Origanum vulgare*, *Betonica officinalis*, *Campanula rotundifolia*, *Rhamnus cathartica*, *Sorbus aucuparia*, *Amelanchier spicata*. Сорные виды растений присутствуют, но находятся в угнетённом состоянии. Характерной особенностью является изменение структуры фитоценоза. Древесные растения, высотой до 5 м со-

ставляют 1-ый ярус с ПП до 25 %, 2-ой ярус образует *Rubus idaeus L.* с ПП до 10 %, 3-ий – ярус состоит из разнотравья с ПП до 10 %. ОПП составляет 45 %. Несмотря на меньший процент ОПП по сравнению с первой сукцессионной фазой (пионерной группировкой (2010–2013 годы) происходит увеличение видового разнообразия за счет лесных видов растений. Преобладание корнеотпрысковых видов растений также указывает на увеличение доли лесных видов, которые сформировались в умеренно-континентальных климатических условиях.

В пирогенном фитоценозе в 2019 году отмечено уменьшение видового разнообразия и ПП однолетников – 7 видов (13 %). Число многолетников возросло с 22 (2012 г.) до 33 (2019 г.) и до 42 (2023 г.) видов. Древесных насчитывается 15 видов из родов: *Quercus*, *Acer*, *Populus*, *Betula*, *Pinus*, *Tilia*, *Salix*, *Robus*, *Lonicera*, *Prunus*, *Sorbus*, в то время как в 2019 году зафиксировано 12, а в 2012 году только 8 видов.

Присутствующие однолетники *Galinsoga parviflora*, *Erigeron canadensis* имели ПП 10 % в 2023 году. Наблюдается улучшение светового режима. Увеличивается общее количество древесных видов растений на пирогенной формации с 8 видов в 2012 году до 12 видов в 2019 году и 15 в 2023 году. Травянистые виды на пирогенной формации также увеличиваются в 2023 году (до 52 видов) по сравнению с 2019 годом (43 вида) и 2012 годом (31 вид) (табл. 1).

Таблица 1

Жизненные формы растений в фоновых и пирогенных формациях *Pinus sylvestris*  
Задонского района Липецкой области  
[Table 1. Life forms of plants in background and pyrogenic formations of *Pinus sylvestris*  
in the Zadonsk district of the Lipetsk Region]

№	Жизненная форма / Life form	Фоновый участок / Background area	Пирогенный участок / Pyrogenic area	Фоновый участок / Background area	Пирогенный участок / Pyrogenic area	Фоновый участок / Background area	Пирогенный участок / Pyrogenic area
		2012 год		2019 год		2023 год	
1	Древесная	9	8	5	12	9	15
2	Травянистая	43	31	42	43	42	52
3	Всего	52	39	47	55	49	67

Анализ экологических типов растений пирогенной формации *Pinus sylvestris* (описание 2019 года) показывает преобладание мезофитов – 43 вида (78,19%), а в

2023 году их зафиксировано 49 видов (73,13 %) (табл. 2). Это говорит об улучшении экологических условий среды, способствующей восстановлению лесной флоры.

Таблица 2

Экологические типы растений фоновой и пирогенной формации *Pinus sylvestris*  
Задонского района Липецкой области за 2023 год  
[Table 2. Ecological types of plants of the background and pyrogenic formation *Pinus sylvestris*  
in the Zadonsk district of the Lipetsk Region for 2023]

Количество видов / Number of species	Название участка / Site name	Ксеромезофиты / Xeromesophytes	Мезофиты / Mesophytes	Гигромезофиты / Hygromesophytes
49	Фоновый участок	12 (24,49 %)	Ф 36 (73,47 %)	Ф 1 (2,04 %)
67	Пирогенный участок	13 (19,41 %)	П 49 (73,13 %)	П 5 (7,46 %)

Эколого-фитоценотическая структура флоры характеризует приуроченность каждого вида растения к экологической нише. Их соотношение показано в таблице 3. Выделено 7 эколого-ценологических групп, преобладающими из которых являются лесная и лесостепная.

Лесная фитоценогруппа представлена на пирогенной формации 24 видами в 2023 году. Харак-

терными лесными видами флоры являются *Quercus robur*, *Rubus idaeus*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Convallaria majalis*, *Fritillaria meleagris*, *Viola arvensis*. Анализ флоры пирогенной формации подчеркивает ее мезофитный характер, подтвержденный соотношением эколого-фитоценологических групп.

Таблица 3

Эколого-фитоценотическая структура флоры фоновой и пирогенной формаций *Pinus sylvestris* Задонского района Липецкой области

[Table 3. Ecological and phytocenotic structure of the flora of the background and pyrogenic formations of *Pinus sylvestris* in the Zadonsk district of the Lipetsk Region]

Год описания / Year of description	Общее количество видов / Total number of species	Фитоценотические группы / Phytocenotic groups			
		Лесная / Forest	Лесостепная / Forest-steppe	Луговая / Meadow	Сорная / Weedy
2012	52/39	18/16	22/16	10/4	2/3
2019	47/55	12/19	21/16	10/14	4/6
2023	49/67	14/24	21/14	10/21	4/8

Структура фитоценоза является индикатором степени восстановления лесной экосистемы с отражением ее состояния.

Полученные сведения отражают динамику восстановления формации *Pinus sylvestris* с учетом сукцессионных стадий от начального состояния с 2010 года до формирования сложной группировки в 2023 году. Анализ изменения показателей, таких как видовая насыщенность, жизненная форма, экологический тип, эколого-фитоценотическая группа в сравнительной форме между начальной и последующими фазами развития дают сведения об экологическом состоянии экосистемы.

#### ВЫВОДЫ

1. Лесной пожар выступает как один из главных факторов изменения структуры постпирогенных сообществ, как правило, сопровождающийся изменением видового разнообразия. За 13-ти летний период исследований в этой области удалось выявить особенности восстановления флоры антропогенно нарушенной экосистемы. Описание флоры 2023 года наглядно продемонстрировало фазу формирования лесного фитоценоза, адекватного лесостепной зоне.

2. Используемый нами методический подход при анализе постепенного восстановления антропогенно нарушенной формации *Pinus sylvestris* дает представление о роли факторов среды в преобразовании ее структуры.

3. Выявлена третья сукцессионная фаза постепенного восстановления пирогенной формации с указанием экобиоморфологической характеристики видов растений, которая представлена сложной группировкой (2019-2023 годы). Происходит перестройка структуры растительного сообщества, увеличивается количество лесных видов растений таких как: *Convallaria majalis*, *Melampyrum pratense*, *Quercus robur*, *Melampyrum nemorosum*, *Chelidonium majus*, *Euonymus verrucosa*, *Betula verrucosa*, *Viola arvensis* и опушечно-лесных видов растений: *Populus tremula*, *Geranium robertianum*, *Polygonatum multiflorum*, *Origanum vulgare*, *Betonica*

*officinalis*, *Campanula rotundifolia*, *Rhamnus cathartica*, *Sorbus aucuparia*, *Amelanchier spicata*. Сорные виды растений присутствуют, но находятся в угнетённом состоянии. Увеличение лесных видов растений свидетельствует об увеличении видового разнообразия в отличие от предыдущих сукцессионных фаз. Полученные данные важны для познания погодичного экологического состояния растительного сообщества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Л.М., Задорожная Т.Н. Особенности распределения трендов температуры воздуха на Европейской территории России и сопредельных государств // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, № 4, 2018, с. 5-14.
2. Акимов Л.М., Задорожная Т.Н., Закусилев В.П. Климатическая неоднородность температуры воздуха на территории Восточной Европы в весенний период // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, Воронеж, № 1, 2019, с. 29-38.
3. Воронов А.Г. *Геоботаника*. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Высшая школа, 1973. 384 с.
4. Григорьевская А.Я., Горбунова Ю.С., Девятова Т.А. Динамика экологического состояния почв и флоры после лесного пожара в Европейской части России (научная статья на англ.яз) // *Аридные экосистемы*, т. 27, № 3, 2021, с. 249-255.
5. Григорьевская А.Я., Горбунова Ю.С., Девятова Т.А. Фиторазнообразие как индикатор восстановления формации *Pinus Sylvestris* L. Усманского бора после лесного пожара // *Теоретическая и прикладная экология*, № 3, 2022, с. 192-198.
6. Девятова Т.А., Горбунова Ю.С., Григорьевская А.Я. *Современная эволюция почв и флоры лесостепи Русской равнины после лесных пожаров*. Воронеж: Научная книга, 2014. 259 с.
7. *Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации*. Санкт-Петербург, 2017. 106 с.
8. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. Москва: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
9. Drude O. *Die Okologie der Pflanzen* // *Braunschweig*, 1913. 308 p.
10. IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cam-

bridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. 1535 p.

11. Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: the HadCRUT4 dataset / C.P. Morice, J.J. Kennedy, N.A. Rayner, P.D. Jones // *Journal of Geophysical Research*, 2012, pp. 117.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 03.12.2024

Принята к публикации: 20.02.2025

## PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

UDC 631.424.187

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/1/4-9>

### State of the Flora of the *Pinus Sylvestris* L. Formation After the 2010 Forest Fire in the Lipetsk Region in the Central Black Soil Region of Russia

Yu. S. Gorbunova ✉, T. A. Devyatova, A. Ya. Grigorievskaya

Voronezh State University, Russian Federation  
(1, Universitetskaya Sq., Voronezh, 394018)

**Abstract.** In 2010, forest fires destroyed 625.6 thousand hectares of forest area and soils under forest plantations in the Russian Federation. According to meteorologists, the summer of 2010 was marked by temperature maximums above 40 °C. There was no precipitation for a long time, the groundwater level dropped, and the grass cover dried up. These climatic conditions had a negative impact on the species diversity of the forest flora and contributed to the forest fire. Among the forest-forming species, the valuable coniferous species, *Pinus sylvestris*, was damaged. The purpose of the study is to analyse the dynamics of the flora of the background and pyrogenic *Pinus sylvestris* formations in the Lipetsk Region for the period from 2011 to 2023.

**Materials and methods.** From 2011 to 2023, 40 accounting sites were established and described annually. The abundance count was carried out according to O. Drude.

**Results and discussion.** New information on the state of the flora of the *Pinus sylvestris* formation with coordinates of pyrogenic (N 52°30'37.3''; E 38°57'28.7'') and background (N 52°30'39.2''; E 38°57'30.3'') plots was obtained. The results of the study of flora for the 13-year period after the forest fire of 2010 in the Lipetsk Region, located in the middle part of European Russia, are presented.

**Conclusions.** The phases of floristic succession in plant groups during the formation of a pyrogenic formation have been identified: 1 – pioneer group (2010-2013); 2 – simple grouping (2014-2018); 3 – complex grouping (2019-2023).

**Key words:** flora, formation, pyrogenic and background area, forest fire.

**For citation:** Gorbunova Yu. S., Devyatova T. A., Grigorievskaya A. Ya. State of the Flora of the *Pinus Sylvestris* L. Formation After the 2010 Forest Fire in the Lipetsk Region in the Central Black Soil Region of Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2025, no. 1, pp. 4-9. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/1/4-9>

#### REFERENCES

1. Akimov L. M., Zadorozhnaya T. N. Osobennosti raspredeleniya trendov temperatury vozduha na Evropejskoj territorii Rossii i sopredel'nyh gosudarstv [Features of the distribution of air temperature trends in the European territory of Russia and neighboring countries]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2018, no. 4, pp. 5-14. (in Russ.)
2. Akimov L. M., Zadorozhnaya T. N., Zakusilov V. P. Klimaticheskaya neodnorodnost' temperatury vozduha na territorii Vostochnoj Evropy v vesennij period [Climatic heterogeneity of air temperature in Eastern Europe in the spring]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2019, no. 1, pp. 29-38. (in Russ.)

*go gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2019, no. 1, pp. 29-38. (in Russ.)

3. Voronov A. G. *Geobotanika. 2-e izd., ispr. i dop.* [Geobotany. 2nd ed., rev. and additional]. Moscow: Vysshaya shkola, 1973. 384 p. (in Russ.)

4. Grigor'evskaya A. Ya., Gorbunova Yu. S., Devyatova T. A. Dinamika ekologicheskogo sostoyaniya pochv i flory posle lesnogo pozhara v Evropejskoj chasti Rossii (nauchnaya stat'ya na angl. yaz) [Dynamics of the ecological state of soils and flora after a forest fire in the European part of Russia (scientific article in English)]. *Aridnye ekosistemy*, 2021, vol. 27, no. 3, pp. 249-255. (in Russ.)



5. Grigor'evskaya A. Ya., Gorbunova Yu. S., Devyatova T. A. Fitoraznoobrazie kak indikator vosstanovleniya formacii *Pinus Sylvestris* L. Usmanskogo bora posle lesnogo pozhara [Phyto-diversity as an indicator of recovery of the *Pinus Sylvestris* L. formation in the Usman Forest after a forest fire]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2022, no. 3, pp. 192-198. (in Russ.)
6. Devyatova T. A., Gorbunova Yu. S., Grigor'evskaya A. Ya. Sovremennaya evolyuciya pochv i flory lesostepi Russkoj ravniny posle lesnyh pozharov [Modern evolution of soils and flora of the forest-steppe of the Russian Plain after forest fires]. *Voronezh: Nauchnaya kniga*, 2014. 259 p. (in Russ.)
7. Doklad o klimaticheskikh riskah na territorii Rossijskoj Federacii [Report on climate risks in the Russian Federation]. *Saint-Petersburg*, 2017, 106 p. (in Russ.)
8. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 p. (in Russ.)
9. Drude O. *Die Okologie der Pflanzen*. Braunschweig, 1913. 308 p.
10. IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. 1535 p.
11. Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: the HadCRUT4 dataset. C. P. Morice, J. J. Kennedy, N. A. Rayner, P. D. Jones. *Journal of Geophysical Research*, 2012, pp. 117.
- Conflict of interests:** The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.
- Received: 03.12.2024  
Accepted: 20.02.2025

Горбунова Юлия Сергеевна

Кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-1203-9087, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru

Девятова Татьяна Анатольевна

Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-8722-1126, e-mail: devyatova@bio.vsu.ru

Григорьевская Анна Яковлевна

Доктор географических наук, профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-4342-9566, e-mail: grigaya@mail.ru

Yulia S. Gorbunova

Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. at the Department of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-1203-9087, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru

Tatyana A. Devyatova

Dr. Sci. (Biol.), Prof., Head of the Department of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-8722-1126, e-mail: devyatova@bio.vsu.ru

Anna Y. Grigorievskaya

Dr. Sci. (Biol.), Prof., at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-4342-9566, e-mail: grigaya@mail.ru