

ISSN 2077-3366

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION  
RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION  
«DONETSK STATE UNIVERSITY»

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ  
ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА**

Научно-практический журнал

**№ 1**

*Основан в 1999 г.*

**PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION  
OF TECHNOGENIC REGION**

Scientific and practical journal

**No 1**

*Founded in 1999*

**2026**

В журнале «Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона» публикуются статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов вузов и научно-исследовательских организаций, которые охватывают широкий круг вопросов экологической, а также флористической, фаунистической, биофизической и физиологической направленности, которые касаются проблем экологии и охраны природы.

Предназначен для специалистов в области экологии, ботаники, зоологии, физиологии растений, человека и животных, биофизики, охраны природы, а также для преподавателей и студентов биологических, экологических факультетов и кафедр высших учебных заведений.

#### Редакционная коллегия

Беспалова С. В., проф., д-р физ.-мат. наук (главный редактор)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Горецкий О. С., проф., д-р биол. наук (зам. главного редактора)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Акатов В. В., проф., д-р биол. наук	ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
Алемасова А. С., проф., д-р хим. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Вардуни Т. В., доц., д-р пед. наук	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ботанический сад ЮФУ, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Глухов А. З., проф., д-р биол. наук	ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»
Горбов С. Н., доц., д-р биол. наук	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Демченко С. И., доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Денисова Т. В., доц., д-р биол. наук	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Казеев К. Ш., проф., д-р геогр. наук	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Калаев В. Н., проф., д-р биол. наук	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Клименко О. Е., с.н.с., д-р биол. наук	ФГБНУ «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
Колесников С. И., проф., д-р с.-х. наук	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
Остапко В. М., проф., д-р биол. наук	ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»
Прокопенко Е. В., доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Сафонов А. И., доц., канд. биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Сергеев М. Е., канд. биол. наук	ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН
Соболев В. И., проф., д-р биол. наук	ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Гуманитарно-педагогическая академия
Труш В. В., доц., д-р биол. наук	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Чемерис О. В., канд. биол. наук (отв. секретарь)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Пирко И. Ф., канд. биол. наук (отв. секретарь)	ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК РФ с 09.04.2024 г.) по следующим научным специальностям:

**1.5.9. Ботаника (биологические науки); 1.5.15. Экология (биологические науки).**

Журнал включен в Перечень РИНЦ (лицензионный договор № 230-11/2025 от 17 ноября 2025 г.).

#### Адрес издателя:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации 125009, г. Москва, вн. тер. г. Муниципальный Округ Тверской, ул. Тверская, д. 11, стр. 1;  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет» 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24

#### Адрес редакции:

Россия, 283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 310.

Сайт журнала: <https://dongu-ecolog.ru/>

E-mail: [dongu\\_eco@mail.ru](mailto:dongu_eco@mail.ru)

Печатается по решению Ученого совета ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»  
протокол № 9 от 20.04.2026 г.

© ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», 2026

The journal "Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region" publishes papers of academic staff, scientific employees and post-graduate students of high schools and research organizations that cover a wide range of questions of ecological, floristic, faunistic, biophysical and physiological orientation related to problems of ecology and nature protection.

It is intended for ecologists, botanists, zoologists, plants physiologists, man and animals physiologists, biophysicists, experts in nature protection and for teachers and students of biological and ecological faculties of higher educational institutions.

#### Editorial Board

<b>Bespalova S. V.</b> (Editor-in-Chief)	Donetsk State University
<b>Goretsky O. S.</b> (Associate Editor)	Donetsk State University
<b>Akatov V. V.</b>	Maikop State Technological University
<b>Alemasova A. S.</b>	Donetsk State University
<b>Varduni T. V.</b>	Academy of Biology and Biotechnology Botanical Garden of Southern Federal University
<b>Glukhov A. Z.</b>	Donetsk Botanical Garden
<b>Gorbov S. N.</b>	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
<b>Demchenko S. I.</b>	Donetsk State University
<b>Denisova T. V.</b>	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
<b>Kazeev K. Sh.</b>	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
<b>Kalaev V. N.</b>	Voronezh State University
<b>Klimenko O. E.</b>	Nikitsky Botanical Garden
<b>Kolesnikov S. I.</b>	Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University
<b>Ostapko V. M.</b>	Donetsk Botanical Garden
<b>Prokopenko E. V.</b>	Donetsk State University
<b>Safonov A. I.</b>	Donetsk State University
<b>Sergeev M. E.</b>	Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity
<b>Sobolev V. I.</b>	Humanities and Education Science Academy Crimean Federal University
<b>Trush V. V.</b>	Donetsk State University
<b>Chemeris O.V.</b> (Managing editor)	Donetsk State University
<b>Pirko I. F.</b> (Managing editor)	Donetsk State University

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the scientific degree of Candidate of Sciences, for the scientific degree of Doctor of Sciences should be published (List of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation from April 9, 2024) in the following scientific specialties:

**1.5.9. Botany (biological sciences); 1.5.15. Ecology (biological sciences).**

Journal is included in the List of Russian scientific citation index (license agreement No 230-11/2025 dated 17.11.2025).

#### Publisher's address:

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Tverskoy Municipal District, Tverskaya St., 11, building 1, Moscow, 125009;  
Donetsk State University, 24 Universitetskaya str., Donetsk, 283001.

#### Address of editorial board:

Faculty of Biology, Donetsk State University, Schorsa str., 46, room 310, Donetsk, DPR, 283050.

Web-site of journal: <https://dongu-ecolog.ru/> E-mail: [dongu\\_eco@mail.ru](mailto:dongu_eco@mail.ru)

*Printed by decision of Donetsk State University Scientific Council  
protocol No 9 dated 20.04.2026*

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

### ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

- Мирненко Н. С.* Сравнительный анализ пыльцевых спектров урбанизированных и природных биотопов Донбасса..... **6**
- Сыщиков Д. В., Агурова И. В., Березовский А. С.* Оценка состояния почв природного заповедника «Хомутовская степь» ..... **16**

### ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

- Алексеева А. А.* Предложения Научного органа СИТЕС Российской Федерации – ФГБУ «ВНИИ Экология» по изменению статуса сайгака (*Saiga tatarica* L.) ..... **27**
- Тищенко А. А.* Структура гнездовой орнитофауны селитебной зоны Тирасполя в 2025 году ..... **38**

### ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

- Дьякова Н. А.* Особенности накопления полифенольных соединений в дикорастущих растениях Воронежской области ..... **49**

## C O N T E N T S

### FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

- Mirnenko N. S.* Comparative analysis of pollen spectra of urbanized and natural biotopes of Donbass..... **6**
- Syshchykov D. V., Agurova I. V., Berezovskiy A. S.* Assessment of soil condition in the "Khomutovskaya Steppe Nature Reserve" ..... **16**

### FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

- Alekseeva A. A.* Proposals of the Scientific Body of CITES of the Russian Federation – Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Ecology" on changing the status of the saiga antelope (*Saiga tatarica* L.) ..... **27**
- Tischenkov A. A.* Structure of the nesting avifauna of the Tiraspol City's resident area in 2025 ..... **38**

### PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

- Dyakova N. A.* Peculiarities of polyphenol compounds accumulation in wild plants of Voronezh region..... **49**

© Н.С. Мирненко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ  
И ПРИРОДНЫХ БИОТОПОВ ДОНБАССАФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»  
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

**Мирненко Н. С. Сравнительный анализ пыльцевых спектров урбанизированных и природных биотопов Донбасса.** – В работе представлены результаты сравнительного анализа пыльцевых спектров урбанизированных и природных биотопов Донбасса на основе обобщения многолетних исследований (2018–2025 гг.). Объекты изучения: комплекс сорно-рудеральных растений (10 доминирующих таксонов), инвазивный вид *Ambrosia artemisiifolia* L. и аборигенный вид *Diploaxis muralis* (L.) DC. Материал собран на 17 мониторинговых точках, разделенных по уровню антропогенной нагрузки. Методами световой микроскопии проведены морфометрические измерения пыльцевых зерен, оценка их фертильности и степени дефектности (СДП). Статистическая обработка включала корреляционный анализ (по Спирмену) и метод главных компонент. Установлено, что в урбанизированных биотопах достоверно снижаются размеры пыльцевых зерен (на 5–10 %), падает фертильность (на 10–15 %) и возрастает доля морфологических аномалий (в 2–4 раза) по сравнению с природными территориями.

*Ключевые слова:* экология, палиноиндикация, фертильность, биоиндикация, мониторинг, Донбасс.

**Введение**

Донбасс представляет собой регион с уникальным сочетанием высокой степени урбанизации, концентрации промышленных объектов и сложных природно-климатических условий, характерных для степной зоны Северного Причерноморья. Многолетняя техногенная нагрузка, усугубляемая в последние годы дополнительными факторами, связанными с военными действиями, приводит к значительной трансформации естественных местообитаний. В городской среде преобладают повышенные температуры, измененный газовый состав атмосферы и наличие поллютантов, что в совокупности создает специфические условия для произрастания растений и неизбежно отражается на их репродуктивных стратегиях, в первую очередь на качестве пыльцы [1, 5, 8, 11].

Ранее проведенные нами исследования были посвящены отдельным аспектам этой проблемы: изучению сезонной динамики пыльцевых спектров сорно-рудеральных растений в условиях г. Донецка, анализу качества пыльцы инвазивного вида *Ambrosia artemisiifolia* L. как индикатора городской среды, а также оценке адаптационных стратегий репродуктивной системы *Diploaxis muralis* (L.) DC. в стрессовых условиях степной зоны [11, 12, 14, 16]. Полученные данные свидетельствуют о высокой вариабельности палинологических показателей и их тесной связи с уровнем антропогенной нагрузки. Однако до настоящего времени не было проведено комплексного сравнительного анализа пыльцевых спектров растений, произрастающих в контрастных условиях – на урбанизированных территориях с высоким техногенным прессом и в условно природных биотопах, выполняющих роль рекреационных зон.

Необходимость такого сравнения является важным элементом в количественной оценке степени трансформации репродуктивных особенностей растений под влиянием городской среды. Выявление общих закономерностей и видоспецифичных реакций позволит не только углубить фундаментальные представления об адаптационных механизмах растений в антропогенно-трансформированной среде, но и разработать практические рекомендации для

экологического мониторинга и прогнозирования состояния урбозкосистем. Особую значимость исследования приобретают в контексте профилактики поллинозов, так как пыльца растений является одним из сильнейших аллергенов, а ее качественные и количественные характеристики напрямую влияют на здоровье населения [6, 16, 18, 20].

Целью работы является проведение сравнительного анализа морфометрических параметров, фертильности и спектра структурных аномалий пыльцевых зерен модельных видов растений, репрезентативных для урбанизированных и природных биотопов Донбасса, для установления корреляционных связей между палинологическими показателями и степенью антропогенной трансформации среды. В рамках работы предполагается интегрировать данные, полученные ранее для *Ambrosia artemisiifolia* L., *Diplotaxis muralis* (L.) DC. и комплекса сорно-рудеральных видов, унифицировать методы их статистической обработки и выявить наиболее информативные палиноиндикационные критерии для оценки экологического состояния региона.

### Материал и методы исследования

Для достижения поставленной цели в качестве объектов исследования были выбраны модельные виды растений, репрезентативные для флоры Донбасса и ранее изученные нами в контексте палиноиндикации [11–13, 19, 20, 24, 25]: *Senecio vulgaris* L., *Consolida arvensis* Opiz., *Salvia stepposa* L., *Urtica dioica* L., *Tanacetum vulgare* L., *Fumaria officinalis* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Trifolium pratense* L., инвазивный вид *Ambrosia artemisiifolia* L. (амброзия полыннолистная), проявляющий высокую толерантность к антропогенному прессу [11], аборигенный вид *Diplotaxis muralis* (L.) DC. (двурядник стенный), произрастающий как в нарушенных, так и в условно-природных местообитаниях и характеризующийся четкой реакцией репродуктивной системы на экологический стресс [12].

Выбор данных объектов обусловлен их широким распространением, различной экологической стратегией и наличием репрезентативных данных за период 2018–2025 гг.

Исследования проводили на территории Донецкой Народной Республики, характеризующейся умеренно-континентальным климатом с жарким засушливым летом и высокой степенью техногенной нагрузки. Для сравнительного анализа все точки отбора проб были разделены на две группы: **урбанизированные биотопы** (с высокой антропогенной нагрузкой) и **условно-природные биотопы** (рекреационные зоны с минимальным техногенным влиянием). Общая схема точек представлена в таблице 1.

Сбор материала осуществляли в вегетационные сезоны 2018–2025 гг. в период массового цветения исследуемых видов (апрель–сентябрь). Для морфологического анализа и оценки фертильности: с 25 одновозрастных неповрежденных особей на каждой пробной площадке отбирали соцветия (бутоны и раскрывающиеся цветки) [10]. Для аэропалинологического анализа: часть материала отбирали гравитационным методом (осаждение пыльцы под действием силы тяжести) на предметные стекла, покрытые глицерин-желатиновой смесью, экспонируемые в течение суток [10, 11]. Собранные соцветия фиксировали в 70 % растворе этилового спирта для последующей лабораторной обработки либо высушивали в бумажных пакетах [10, 12]. Качественное состояние пыльцевых зерен определяли с использованием йодного метода (реакция на крахмал). Пыльцу с пыльников переносили на предметное стекло в каплю йодного раствора (йод-крахмальный тест). Фертильные зерна, содержащие крахмал, окрашивались в темно-фиолетовый или коричневый цвет; стерильные (без крахмала) и оболочки зерен оставались неокрашенными [4, 6, 12]. В случае с данными за 2020–2022 гг. также применяли ацетокарминовый метод, выявляющий активность ферментов [13]. Измерение размеров пыльцевых зерен (полярная и экваториальная оси) и анализ конфигурации апертур проводили с помощью микроскопа Primo Star (Carl Zeiss) при увеличениях 40×10 и 90×10 с использованием окуляр-микрометра. Для идентификации таксонов использовали информационную систему МГУ [9].

## Точки отбора проб

Группа биотопов	Расположение точек отбора	Характеристика мониторинговых точек
Урбанизированные	г. Донецк, пересечение пр. Мира и ул. Набережная (точка 1)	центральная магистраль г. Донецка, интенсивный транспортный поток
	г. Донецк, бульвар Шевченко, остановка Калининский рынок (точка 2)	высокая транспортная нагрузка и интенсивное движение
	г. Донецк, пр. Ильича, остановка Медицинский университет (точка 3)	транспортная магистраль г. Донецка
	г. Донецк, пр. Дзержинского, остановка Автомобильная академия (точка 4)	примагистральная территория
	г. Донецк, пересечение ул. Артема и пр. Гринкевича (точка 5)	перекресток в центре г. Донецка
	г. Донецк, пересечение ул. Щорса и пр. Ватугина (точка 6)	район с интенсивным движением
	г. Донецк, Ленинский пр., остановка Молокозавод (точка 7)	юго-восточный район г. Донецка, селитебная зона
	г. Донецк, пр. Богдана Хмельницкого и пр. Ватугина (точка 8)	транспортная магистраль
	г. Донецк, пр. Павших Коммунаров, остановка Гор. ГАИ (точка 9)	зона влияния Донецкого металлургического завода
	г. Донецк, пгт. Новый Свет, ул. Промышленная (точка 10)	зона влияния Старобешевской ТЭС
	г. Донецк, пгт. Новый Свет, ул. Энергетическая (точка 11)	зона влияния Старобешевской ТЭС, берег Старобешевского водохранилища
	г. Донецк, пгт. Новый Свет, ул. Энгельса (точка 12)	зона влияния Старобешевской ТЭС, берег Старобешевского водохранилища
	г. Донецк, пр. Киевский (точка 13)	селитебная зона, район примыкания к зоне активных боевых действий
	г. Донецк, ул. Пролетарская (точка 14)	спальный район, селитебная зона
Условно-природные	г. Донецк, Макеевское шоссе (дендрарий Донецкого ботанического сада) (точка 15)	крупная рекреационная зона вблизи прудов
	пгт. Старобешево (точка 16)	изолированный участок, удаленный от промзон
	пгт. Старобешево (точка 17)	изолированный участок, удаленный от промзон

При микроскопировании регистрировали все морфологические аномалии пыльцевых зерен: нарушения формы (вмятины, выросты), скульптуры экзины (разрыхление, сглаживание), образование конгломератов (слипшихся и сросшихся зерен), нарушения числа и расположения апертур. Рассчитывали показатель степени дефектности (СДП) – отношение количества зерен с дефектами к общему числу просмотренных зерен, выраженное в процентах [17].

Для *D. muralis* проводили подсчет количества пыльцевых зерен в пыльнике (в камере Горяева) и числа семязачатков в завязи под биноклем для расчета соотношения Pollen/Ovule [23]. Для каждого образца и каждой точки отбора анализ проводили в 3–5 полях зрения, общее количество просчитанных пыльцевых зерен составляло не менее 1 000 на точку [5, 23].

Для обеспечения корректности сравнительного анализа и выявления скрытых закономерностей все полученные данные были унифицированы и обработаны с использованием пакета статистических программ (Statistica 12.0, MS Excel). Для каждого палинологического параметра (размер пыльцы, % фертильности, % стерильности, % дефектности) в каждой группе биотопов рассчитывали среднее арифметическое (M), ошибку среднего (m) и коэффициент вариации (CV, %) [23].

Проверку распределения признаков в выборках проводили с использованием критерия Шапиро-Уилка. Для оценки достоверности различий между урбанизированными и условно-природными биотопами использовали t-критерий Стьюдента (для параметрических данных) и U-критерий Манна-Уитни (для непараметрических). Для выявления связи между степенью антропогенной нагрузки и палинологическими показателями, а также для оценки взаимосвязи между самими показателями (например, «размер пыльцы – фертильность») применяли ранговый коэффициент корреляции Спирмена ( $r_s$ ).

С целью интегральной оценки сходства и различий исследованных биотопов по комплексу палинологических признаков был применен метод главных компонент (РСА) и кластерный анализ (метод Варда, евклидово расстояние).

### Результаты и обсуждение

**Таксономический состав и обилие продуцентов пыльцы.** В результате идентификации пыльцевых спектров на 18 мониторинговых точках, разделенных на урбанизированные ( $n=14$ ) и условно-природные ( $n=4$ ) биотопы, было зарегистрировано 18 таксонов сорно-рудеральных растений, относящихся к 15 семействам. Доминирующий комплекс, формирующий основу пыльцевого спектра (суммарный вклад  $>0,5\%$  от общего годового содержания пыльцы), включал 10 видов: *S. vulgaris*, *C. arvensis*, *S. stepposa*, *U. dioica*, *T. vulgare*, *F. officinalis*, *T. officinale*, *E. repens*, *E. stepposa*, *T. pratense*.

Анализ встречаемости по шкале Друде показал, что в урбанизированных биотопах (точки 1–14) доля видов сорно-рудеральной фракции была выше (в среднем Cop1-Sp), чем в природных (Sol-Sp), что согласуется с концепцией синантропизации флоры в условиях антропогенного пресса. В природных биотопах (точки 15–17) отмечено большее участие аборигенных степных видов, однако пыльцевой спектр на 60–70 % формировался за счет рудералов, что указывает на общую тенденцию к унификации флоры региона.

**Сезонная динамика пыления.** Установлено, что максимальное таксономическое разнообразие (до 12–14 видов) и пик концентрации пыльцы в воздухе приходятся на первую-вторую декаду июня. Этот период характеризуется также наивысшей фертильностью пыльцы у большинства видов (табл. 3). В урбанизированных биотопах отмечено смещение начала цветения на 3–5 дней раньше по сравнению с природными, что, вероятно, связано с эффектом «острова тепла» в городе.

**Морфометрический анализ пыльцевых зерен модельных видов.** Для сравнительного анализа были выбраны два индикаторных вида, которые имеют максимальное распространение по шкале Друде и имеющие различие по экологической стратегии: *A. artemisiifolia* (инвазивный аллерген), *D. muralis* (аборигенный рудерал) и усредненные показатели по комплексу сорно-рудеральных видов. В таблице 2 представлены средние значения полярной оси пыльцевых зерен (мкм) в двух группах биотопов.

Таблица 2

#### Размеры пыльцевых зерен (полярная ось, мкм) модельных видов в различных биотопах

Вид	Урбанизированные биотопы	Природные биотопы	Достоверность различий (p)
	M ± m		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	22,4 ± 1,2	24,1 ± 0,9	<0,05
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	24,8 ± 1,5	27,2 ± 1,1	<0,01
Комплекс сорно-рудеральных видов растений	29,4 ± 1,3	38,9 ± 1,8	<0,001

Установлено, что у *A. artemisiifolia* и *D. muralis* средний размер пыльцевых зерен достоверно ниже в урбанизированных биотопах ( $p<0,05$  и  $p<0,01$  соответственно). Это может

быть следствием ингибирования роста микроспор под воздействием поллютантов и водного дефицита, приводящего к преждевременной дегидратации тапетума. Коэффициент вариации (CV) размера пыльцы в урбанизированных биотопах был выше (в среднем CV = 12–18 %), чем в природных (CV = 6–10 %), что свидетельствует о дестабилизации морфогенеза в стрессовых условиях. Наибольшая вариабельность отмечена для *D. muralis* в точках вблизи Старобешевской ТЭС (CV до 21%).

*Фертильность и стерильность.* Доля фертильных пыльцевых зерен (окрашенных йодом или ацетокармином) значительно различалась между группами биотопов (табл. 3).

Таблица 3

**Фертильность пыльцы (%) модельных видов в различных биотопах**

Вид	Урбанизированные биотопы	Природные биотопы	Достоверность различий (p)
	M ± m		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	78,4 ± 3,2	92,1 ± 2,1	<0,001
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	82,5 ± 4,1	95,6 ± 1,8	<0,01
Комплекс сорно-рудеральных видов растений	81,7 ± 2,9	89,5 ± 2,3	<0,05

Наиболее резкое снижение фертильности в условиях города отмечено для *A. artemisiifolia* (до 78 % против 92 % в природе), что подтверждает высокую чувствительность этого инвазивного вида даже при его общей толерантности к загрязнению. У *D. muralis* в максимально-неблагоприятных условиях (точки 10–12) стерильность достигала 65 %, что связано с нарушениями в развитии тапетума и дегидратацией археспориальной ткани.

*Типология аномалий.* При микроскопическом анализе зарегистрированы следующие типы морфологических дефектов: выросты экзины, вмятины, дополнительные поры, разрыхление и сглаживание скульптурных элементов, образование конгломератов из 2–4 слипшихся зерен, а также полное разрушение оболочек. Наиболее разнообразные аномалии наблюдались у *A. artemisiifolia* в точках с высокой транспортной нагрузкой (точка 5 – перекресток ул. Артема и пр. Гринкевича).

*Степень дефектности (СДП).* Показатель СДП (доля зерен с аномалиями) оказался наиболее контрастным индикатором (табл. 4).

Таблица 4

**Степень дефектности пыльцы (%) в различных биотопах**

Вид	Урбанизированные биотопы	Природные биотопы	Достоверность различий (p)
	M ± m		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	17,5 ± 2,8	5,2 ± 1,1	<0,001
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	12,3 ± 2,1	3,8 ± 0,9	<0,01
Комплекс сорно-рудеральных видов растений	9,8 ± 1,5	4,1 ± 0,7	<0,01

Комплекс сорно-рудеральных растений минимальная СДП зафиксирована в природных биотопах (точки 15–17), максимальная – в центральных районах Донецка (точки 1, 5, 7) и вблизи ТЭС (точка 10). Это указывает на прямую связь – нарушений микроспорогенеза с уровнем атмосферного загрязнения. Для оценки силы связи между палинологическими показателями и степенью антропогенной нагрузки (бинарный фактор: 0 – природный,

1 – урбанизированный биотоп) был проведен корреляционный анализ по Спирмену. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена ( $r_s$ ) между палинологическими показателями и типом биотопа

Вид	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	Комплекс сорно-рудеральных видов растений
Размер пыльцы	– 0,64*	– 0,71**	– 0,58*
Фертильность	– 0,82***	– 0,77**	– 0,69**
Степень дефектности (СДП)	+ 0,88***	+ 0,79**	+ 0,72**

Примечание: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Наиболее сильная корреляция с урбанизацией выявлена для СДП у *A. artemisiifolia* ( $r_s = +0,88$ ), что позволяет рекомендовать этот показатель как высокочувствительный индикатор качества городской среды. С целью интегральной классификации биотопов по комплексу палинологических признаков (размер, фертильность, СДП) был выполнен метод главных компонент (РСА). Таким образом, многомерная статистика объективно подтверждает, что различия в пыльцевых параметрах между двумя типами биотопов носят системный характер и могут служить основой для биоиндикации. Полученные данные демонстрируют, что пыльцевые зерна растений чутко реагируют на комплекс антропогенных факторов. Снижение фертильности, уменьшение размеров и рост числа тератоморф являются неспецифическими реакциями на стресс, однако их выраженность видоспецифична.

Инвазивный вид *A. artemisiifolia*, несмотря на высокую экологическую пластичность и способность захватывать нарушенные местообитания, показал максимальную СДП в городе. Это говорит о том, что даже для конкурентно-устойчивых видов городская среда является физиологически дискомфортной, что может сдерживать их репродуктивный потенциал, хотя и не препятствует распространению плодов за счет огромного количества продуцируемой пыльцы.

Аборигенный рудерал *D. muralis* в условиях жесткого стресса (ТЭС, засуха) демонстрирует стратегию энергосбережения: сокращение числа пыльцевых зерен и увеличение стерильности при сохранении жизнеспособности семян. Выявленные случаи андроноэзии (цветки без тычинок) могут рассматриваться как крайняя мера адаптации к дефициту ресурсов.

Комплекс сорно-рудеральных видов в целом сохраняет относительно стабильные показатели в природных биотопах, но в урбанизированных зонах также реагирует ухудшением качества пыльцы. Это подтверждает применимость палинологических параметров для интегральной оценки состояния растительных сообществ. Положительные корреляции СДП и фертильности с градиентом урбанизации позволяют предложить использовать эти показатели в качестве дополнительных критериев при экологическом мониторинге и зонировании территории. Особую значимость исследования имеют для прогноза поллинозной опасности, так как дефектная пыльца может обладать измененной аллергенностью.

## Выводы

1. В результате сравнительного анализа палинологических параметров на 17 мониторинговых точках установлены достоверные различия между урбанизированными и природными биотопами Донбасса. В городских условиях выявлено устойчивое снижение размеров пыльцевых зерен (на 5–10 %), падение фертильности (на 10 – 15 %) и увеличение степени дефектности (в 2–4 раза) у всех исследованных групп растений – инвазивного вида *A. artemisiifolia*, аборигенного вида *D. muralis* и комплекса сорно-рудеральных видов.

Наиболее чувствительным индикатором антропогенной нагрузки признана степень дефектности пыльцы *A. artemisiifolia*, продемонстрировавшая сильную положительную корреляцию с градиентом урбанизации ( $r_s = +0,88$ ;  $p < 0,001$ ).

2. Методами многомерной статистики (метод главных компонент и кластерный анализ) подтверждено четкое разделение урбанизированных и природных биотопов по комплексу палинологических показателей. Внутри группы городских территорий выделен кластер точек с максимальной антропогенной нагрузкой (центральные перекрестки и зона влияния ТЭС), характеризующийся наиболее низкими значениями фертильности и высокой степенью дефектности пыльцы.

3. Выявлены видоспецифичные адаптационные стратегии репродуктивной системы растений в условиях антропогенного стресса: инвазивный *A. artemisiifolia* реализует стратегию количественной компенсации сниженного качества пыльцы за счет высокой пыльцевой продуктивности, тогда как аборигенный *D. Muralis* демонстрирует энергосберегающую стратегию, проявляющуюся в сокращении числа пыльцевых зерен в пыльнике и единичных случаях андромоноэпии.

Полученные результаты обосновывают использование палинологических показателей (фертильность, степень дефектности) в качестве надежных биоиндикационных критериев при оценке состояния антропогенно-трансформированных экосистем, экологическом мониторинге промышленных регионов и прогнозировании поллинозной опасности для населения.

Работа выполнена в рамках государственного задания Донецкого государственного университета «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса» (FRRE-2024-0018).

The work was carried out as part of the state assignment of Donetsk State University "Diagnostics and Adaptation Mechanisms of Natural and Anthropogenically Transformed Ecosystems of Donbass" (FRRE-2024-0018).

### Список литературы

1. Акопов И. Э. Аллергия на пыльцу амброзии и лекарственная болезнь. Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 1978. 48 с.
2. Бухарина И. Л., Двоеглазова А. А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях: монография. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. 184 с.
3. Головки В. В. Экологические аспекты аэропалинологии: аналитический обзор. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2004. 106 с.
4. Григорьева В. В., Пожидаев А. Е., Семенов А. Н., Брицкий Д. А. Морфология пыльцевых зерен и индивидуальная изменчивость формы расположения апертур пыльцы представителей рода *Nicotiana* (Solanaceae) // Ботанический журнал. 2019. Т. 104, № 6. С. 900–917.
5. Дзюба О. Ф., Кочубей О. В. Качество пыльцы растений как индикатор интенсивного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду охраняемых территорий России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9, № 4. С. 1–24.
6. Елькина Н. А. Календарь пыления аллергенных растений г. Петрозаводска // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2018. № 8 (177). С. 78–82
7. Елькина Н. А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 Экология. СПб., 2008. 24 с.
8. Захаренкова Н. С. Анализ пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде г. Донецка // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб. докл. XI Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). Донецк: ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2017. С. 312–314.

9. Информационная система идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных. [Электронный ресурс]. URL: <http://botany-collection.bio.msu.ru> (дата обращения 12.01.2026).

10. Кобзарь В. Н., Осмонбаева К. Б. Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9, № 9. С. 43–57. DOI: 10.33619/2414-2948/94/05.

11. Мирненко Н. С. Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. № 3–4. С. 12–17.

12. Мирненко Н. С. Результаты исследований в контексте адаптационных стратегий и репродуктивной способности *Diplotaxis muralis* (L.) DC // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2025. № 2. С. 63–68. DOI 10.5281/zenodo.15088484. EDN: VBBTRE.

13. Мирненко Н. С. Сезонный анализ пыльцевых спектров сорно-рудеральных растений г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1-2. С. 29–34. EDN: UIOBVD.

14. Носова М. Б., Северова Е. Э., Волкова О. В. Современные спорово-пыльцевые спектры Европейской России: 10 лет наблюдений // Ботанический журнал. 2019. Т. 104, № 8. С. 1228–1248.

15. Нуралиев М. С. Соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков в цветках пяти азиатских представителей *Schefflera S. L.* (Araliaceae) с разным планом строения цветка и его возможное значение для репродуктивной биологии этих видов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2012. Т. 117, № 4. С. 48–55. EDN: PLRDZX.

16. Папонов А. Н. К введению в культуру двурядки тонколистной (*Diplotaxis tenuifolia*). Особенности выращивания этого салатного растения // Аграрный вестник Урала. 2010. № 1(67). С. 36–38. EDN: MSXWDL.

17. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.

18. Посевина Ю. М., Иванов Е. С., Северова Е. Э. Палинологическая оценка качества атмосферного воздуха // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2010. № 5. С. 15–22

19. Сафонов А. И., Гермонова Е. А. Макромаркеры ландшафтных трансформаций в Донбассе: анализ картографического материала // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 4. С. 68–75. EDN: NSSBBY.

20. Сафонов А. И. Атипичный морфогенез фитоиндикаторов в экологическом мониторинге Донецка // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2024. № 4. С. 94–101. DOI: 10.5281/zenodo.14227649. EDN: SDSJHS.

21. Сафонов А. И. Экологический фитомониторинг антропогенных трансформаций Донецк: Издательский дом «ЭДИТ», 2024. 289 с. ISBN 978-5-605-24266-6. EDN: QVJSQE.

22. Шамгунова Б. А., Заклякова Л. В. Аэропалинологические аспекты поллинозов // Астраханский медицинский журнал. 2010. Т. 5, № 1. С. 27–35.

23. Юдакова О. И. Специфика адаптации системы семенного размножения *Deschampsia antarctica* E. Desv. к условиям Прибрежной Антарктики // Онтогенез. 2016. Т. 47, № 3. С. 170–180. DOI 10.7868/S0475145016030071. EDN: VYMBZB.

24. Geitmann A. Pollen and pollen tube biology: methods and protocols. New York: Humana Press, 2020. 332 p.

## References

1. Аковов, I. E. (1978). *Allergiya na pyl'tsu ambrozii i lekarstvennaya bolezn'* [Ragweed pollen allergy and drug disease]. Krasnodar: Krasnodarskoe knizhnoe izd-vo, 48 p. (In Russian).

2. Bukharina, I. L. & Dvoeglazova, A. A. (2010). *Bioekologicheskie osobennosti travyanistykh i drevesnykh rasteniy v gorodskikh nasazhdeniyakh*: monografiya [Bioecological

Features of Herbaceous and Woody Plants in Urban Plantings: a monograph]. Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskiy universitet», 184 p. (In Russian).

3. Golovko, V. V. (2004). *Ekologicheskie aspekty aeropalinologii: analiticheskiy obzor* [Ecological aspects of aeropalinology: an analytical review]. Novosibirsk: GPNTB SO RAN, 106 p. (In Russian).

4. Grigorieva, V. V., Pozhidaev, A. E., Semenov, A. N. & Britsky, D. A. (2019). Pollen morphology and variability of pollen aperture arrangement in some *Nicotiana* species (Solanaceae). *Botanicheskii zhurnal*. 104(6), 900–917. (In Russian).

5. Dzyuba, O. F. & Kochubey, O. V. (2014). Quality of pollen grains of plants as the indicator of intensity of impact of the oil and gas complex on environment of the protected territories of Russia. *Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies*. 9(4), 1–24. (In Russian).

6. Elkina, N. A. (2018). Pollen calendar of allergenic plants in Petrozavodsk. *Scientific notes of Petrozavodsk State University*. 8(177), 78–82. (In Russian).

7. Elkina, N. A. (2008). Sostav i dinamika pyl'tseвого спектра vozduшной среды г. Petrozavodsk [Composition and dynamics of the pollen spectrum in the air environment of Petrozavodsk]. Abstract of PhD dissertation in Ecology (03.00.16). St. Petersburg, 24 p. (In Russian)

8. Zakharenkova, N. S. (2017). Analiz pyl'tsevykh zeren sorno-ruderal'nykh vidov v vozduшной среде г. Donetsk [Analysis of pollen grains of weed-ruderal species in the air environment of Donetsk]. In: *Environmental protection and rational use of natural resources: collection of documents of the XI International Scientific Conference. postgraduates and students (Donetsk, 11–13 April 2017)*. Donetsk: «DONNTU»; Rostov-on-Don: Southern Federal University Press, pp. 312–314. (In Russian).

9. Informatsionnaya sistema identifikatsii rastitel'nykh ob"ektov na osnove karpologicheskikh, palinologicheskikh i anatomicheskikh dannykh [Information system for plant identification based on carpological, palynological and anatomical data]. Retrieved from: <http://botany-collection.bio.msu.ru> (accessed 12.01.2026). (In Russian).

10. Kobzar, V. N. & Osmonbaeva, K. B. (2023). Aeroallergens as indicators of the anthropogenic triad. *Bulletin of Science and Practice*. 9(9), 43–57, DOI: 10.33619/2414-2948/94/05. (In Russian).

11. Mirnenko, N. S. (2017). The condition of the pollen grains *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Artemisia absinthium* L. in Donetsk. *Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region*. 3–4, 12–17. (In Russian).

12. Mirnenko, N. S. (2025). Results of research on adaptation strategies and reproductive capacity of *Diplotaxis muralis* (L.) DC. *Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region*. 2, 63–68, DOI: 10.5281/zenodo.15088484, EDN: VBBTRE. (In Russian).

13. Mirnenko, N. S. (2023). Seasonal analysis of pollen spectra of weed-ruderal plants in Donetsk. *Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region*. 1-2, 29–34, EDN: UIOBVD. (In Russian).

14. Nosova, M. B., Severova, E. E. & Volkova, O. V. (2019). Sovremennye sporovopyl'tsevye spektry Evropeyskoy Rossii: 10 let nablyudeniya [Modern pollen spectra of european russia:10-years monitoring]. *Botanicheskii zhurnal*. 104(8), 1228–1248. (In Russian).

15. Nuraliev, M. S. (2012). Sootnoshenie chisla pyl'tsevykh zeren i semyazchatkov v tsvetkakh pyati aziatskikh predstaviteley *Schefflera* S. L. (Araliaceae) s raznym planom stroeniya tsvetka i ego vozmozhnoe znachenie dlya reproduktivnoy biologii etikh vidov [Pollen /ovule ratio in flowers of five asian species of *Schefflera* S. L. (Araliaceae) with various flower groundplan and its possible significance for reproductive biology of these species]. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*. 117(4), 48–55, EDN: PLRDZX. (In Russian).

16. Paponov, A. N. (2010). K vvedeniyu v kul'turu dvuryadki tonkolistnoy (*Diplotaxis tenuifolia*). Osobennosti vyrashchivaniya etogo salatnogo rasteniya [On the introduction of

*Diploxys tenuifolia* into cultivation. Cultivation features of this salad plant]. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 1(67), 36–38, EDN: MSXWDL. (In Russian).

17. Pausheva, Z. P. (1988). *Praktikum po tsitologii rasteniy* [Practical Course in Plant Cytology]. Moscow: Agropromizdat, 271 p. (In Russian).

18. Posevina, Yu. M., Ivanov, E. S. & Severova, E. E. (2010). Palinologicheskaya otsenka kachestva atmosfernogo vozdukha [Palynological assessment of atmospheric air quality]. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 5, 15–22. (In Russian).

19. Safonov, A. I. & Germonova, E. A. (2023). Macromarkers of landscape transformations in Donbass: analysis of cartographic material. *Bulletin of DonNU. Series A: Natural Sciences*. 4, 68–75, EDN: NSSBBY. (In Russian).

20. Safonov, A. I. (2024). Atypical morphogenesis of phytoindicators in the environmental monitoring of Donetsk. *Bulletin of DonNU. Series A: Natural Sciences*, 4, 94–101, DOI: 10.5281/zenodo.14227649, EDN: SDSJHS. (In Russian).

21. Safonov, A. I. (2024). *Ekologicheskiy fitomonitoring antropogennykh transformatsiy* [Ecological phytomonitoring of anthropogenic transformations]. Donetsk: Publishing house «EDIT», 289 p. ISBN 978-5-605-24266-6, EDN: QVJSQE. (In Russian).

22. Shamgunova, B. A. & Zaklyakova, L. V. (2010). Aeropalinologicheskie aspekty pollinozov [Aeropalynological aspects of pollinosis]. *Astrakhan Medical Journal*. 5(1), 27–35. (In Russian).

23. Yudakova, O. I. (2016). Spetsifika adaptatsii sistemy semennogo razmnozheniya *Deschampsia antarctica* E. Desv. k usloviyam Pribrezhnoy Antarktiki [Adaptation of the seed reproduction system to conditions of Maritime Antarctic in *Deschampsia antarctica* E. Desv.]. *Ontogenez*. 47(3), 170–180, DOI: 10.7868/S0475145016030071, EDN: VYMBZB. (In Russian).

24. Geitmann, A. (2020). *Pollen and pollen tube biology: methods and protocols*. New York: Humana Press, 332 p. (In English).

Поступила в редакцию 26.02.2026 г.

**Mirnenko N. S. Comparative analysis of pollen spectra of urbanized and natural biotopes of Donbass.** –

The paper presents the results of a comparative analysis of pollen spectra of urbanized and natural biotopes of Donbass based on the generalization of long-term studies (2018–2025). The objects of study are a complex of weed-ruderal plants (10 dominant taxa), the invasive species *Ambrosia artemisiifolia* L., and the native species *Diploxys muralis* (L.) DC. The material was collected at 17 monitoring points, which were divided according to the level of anthropogenic load. Morphometric measurements of pollen grains were performed using light microscopy, and their fertility and degree of defectiveness (SDD) were assessed. Statistical analysis included correlation analysis (Spearman) and the principal component analysis method. It has been established that in urbanized biotopes, the size of pollen grains decreases significantly (by 5–10 %), fertility decreases (by 10–15 %), and the proportion of morphological abnormalities increases (by 2–4 times) compared to natural areas.

*Keywords:* ecology, palynoidication, fertility, bioindication, monitoring, Donbass.

**Мирненко Наталья Сергеевна**

стажер исследователь молодежной лаборатории,  
старший преподаватель ботаники и экологии  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»,  
г. Донецк, ДНР, РФ.

E-mail: [natalya\\_zaharenkova@mail.ru](mailto:natalya_zaharenkova@mail.ru)

ORCID: 0000-0001-9918-3123

SPIN-код: 4736-7118

Author ID: 1053365

**Mirnenko Natalya Sergeevna**

Junior researcher of the youth laboratory,  
Senior lecturer of the Department of Botany and  
Ecology, Donetsk State University,  
Donetsk, DPR, Russian Federation.

© Д. В. Сыщиков, И. В. Агурова, А. С. Березовский

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ХОМУТОВСКАЯ СТЕПЬ»

*ФГБНУ Донецкий ботанический сад  
Россия, 283023, ДНР, Донецк, пр. Ильича, 110*

*Сыщиков Д. В., Агурова И. В., Березовский А. С. Оценка состояния почв природного заповедника «Хомутовская степь». – Полученные данные агрохимического мониторинга почв природного заповедника «Хомутовская степь» свидетельствуют о высокой степени развитости почвенного покрова. По содержанию элементов минерального питания и гумуса почвы заповедника можно охарактеризовать как в достаточной степени обеспеченные, что наряду с высокими показателями поглотительной способности и ферментативной активности, а также отличного агрегатного состояния свидетельствуют о развитии дернового процесса. По шкале оценки степени обогащенности почв микроорганизмами почвы гумусо-аккумулятивного горизонта заповедника отнесены к «богатым», почвы нижележащего горизонта – к средне обогащенным. Отсутствие антропогенной деятельности и придание режима абсолютного заповедания подтверждает необходимость придания охранного статуса территориям как для сохранения флоры и фауны, так и для недопущения развития деградиационных процессов в почвах.*

*Ключевые слова:* почва, кислотность, элементы минерального питания, гумус, засоление, ферменты, микробиологическая активность.

### **Введение**

Земельные ресурсы относят к одному из основных природных достояний России [22]. В связи с возрастающим антропогенным воздействием на окружающую среду пристальное внимание уделяется созданию особо охраняемых территорий. Так, кроме рационального использования природных ресурсов, особый акцент ставится на полное или частичное удаление природных комплексов и объектов из активного экономического развития [1]. Итог такой работы – создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ), что позволяет сохранять места обитания животных и произрастания растений в квазинатурном виде, а почвы – уберечь от антропогенного воздействия и защитить от развития деградации и полной (и) (или) частичной трансформации.

В настоящее время в России насчитывается более трехсот ООПТ Федерального значения, при этом в связи с появлением ряда новых и упразднением существующих ООПТ цифры могут отличаться [7]. Донбасс – «колыбель» заповедания в Восточной Европе, поскольку еще в 1894 году профессору В. В. Докучаеву был выделен Мариупольский степной участок «для реставрации степи в ее первоизданном виде». Спустя некоторое время, в 1926 году небольшой группе исследователей удалось добиться предоставления охранного статуса для 1 112 десятин «Хомутовской толоки», которая под названием «Хомутовская степь» на протяжении многих десятков лет оставалась одним из ведущих заповедных объектов на территории Донецкой области [16, 17]. На сегодняшний день – это 1 034,9 га преимущественно первоизданной степи, имеющей статус природного заповедника. «Хомутовская степь» является одним из отделений Биосферной особо охраняемой природной территории республиканского значения «Хомутовская степь – Меотида».

В настоящее время существует достаточно много информации, касающейся изучения растительного и животного мира на территории заповедника «Хомутовская степь», при этом данные относительно проведения флористических и фаунистических исследований постоянно пополняются новыми [12, 18, 21, 25, 27]. Несмотря на наличие достаточно полных данных по изучению растительности и фауны на территории заповедника, сведения по

изучению эдафических условий отсутствуют, либо носят очень фрагментарный характер [28].

В связи с этим целью нашей работы было изучение основных агрохимических параметров и биологической активности почв природного заповедника «Хомутовская степь».

### Материал и методы исследований

В качестве объекта исследований выступали почвы и микробоценозы природного заповедника «Хомутовская степь» (с. Самсоново, Новоазовский район, Донецкая Народная Республика). Описание почвенных разрезов проводили согласно общепринятым методикам [13, 19]. Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам в трехкратной повторности из каждого горизонта [14]. Для отбора почвенных образцов был выбран участок абсолютного заповедания, с типичной разнотравно-типчаково-ковыльной степью (47°17'18.42"N, 38°10'47.75"E), представленный черноземом обыкновенным мощным среднегумусным.

Описание почвенного разреза представлено ниже.

А – 0–43 см. Влажный, темно-коричневый, однородный, среднесуглинистый, ореховато-комковатый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Густые мелкие корни. Переход в горизонт В постепенный, волнистый по цвету и структуре.

В – свежий, светло-коричневый, неоднородный, среднесуглинистый, среднезернистый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Единичные крупные корни. Прослежен до глубины 84 см.

Для изучения актуальной кислотности, агрегатного состава использовали свежееотобранные образцы, для анализа физико-химических свойств, ферментативной активности почву высушивали до воздушно-сухого состояния [30]. Определение гигроскопической влажности производилось весовым методом [2].

Изучение агрегатного состава проведено методом «сухого» просеивания [11, 26]. Агрегатное состояние почв оценивали как неудовлетворительное, если количество агрономически ценных агрегатов (АЦА) составляло <40 %, хорошее – при доле АЦА 40–60 % и отличное – при доле АЦА >60 %. Коэффициент структурности ( $K_{стр}$ ) определяли по формуле:

$$K_{стр} = \frac{\Sigma(0,25-10 \text{ мм})}{\Sigma(>10 \text{ мм}, 0,25 \text{ мм})}$$

Анализ гранулометрических фракций проводили методом пипетки с пирофосфатной процедурой подготовки почвы [26] с разделением на фракции ила (<0,001 мм), пыли (0,05–0,001 мм) и песка (1,0–0,05 мм). Определение актуальной и потенциальной кислотности, обменного кальция и магния, суммы обменных оснований, а также степени засоления проводили в соответствии с общепринятыми методами [3, 15]. Для определения содержания органического вещества использовали метод Тюрина со спектрофотометрическим окончанием по Орлову-Гриндель [15]; нитратного азота – метод Грандваль-Ляжу, подвижных форм фосфора – метод Чирикова [15]. Концентрацию аммонийного азота (обменного аммония) определяли колориметрически с реактивом Несслера [15]. Определение нитритного азота проводили по взаимодействию с альфа-нафтиламином и сульфаниловой кислотой [15]. Активность уреазы исследовали по [8], фосфатазы – по методу Галстяна и Арутюнян [24].

Исследование микробоценоза проводили общепринятыми микробиологическими методами [14, 20].

Активность окисления аммония и нитрита определяли путем инкубации образцов почвы с добавлением сульфата аммония ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>) с хлоратом и без него [31]. Активность

нитрата и нитритредуктазы определяли методом, описанным в работе Ф. Х. Хазиева [24]. Степень обогащенности почв ферментами определяли согласно [9].

Определение почвенной микробной биомассы проводили методом субстрат-индуцированного дыхания (СИД) и базального дыхания (БД) согласно [29].

Расчет объема выделившегося углекислого газа производили в соответствии со следующей формулой:

$$A = \frac{\%CO_2 \times 44 \times V_{\text{фл}}}{22,4 \times 100}$$

где  $A$  – объем выделившегося  $CO_2$  в мл,

$\%CO_2$  – ppm на хроматографе,

44 – молярный вес углекислого газа,

$V_{\text{фл}}$  – объем флакона,

22,4 – объем 1 миллимоля газа, мл.

Затем производили расчет скорости дыхания (интенсивности выделения  $CO_2$ ):

$$V = \frac{A \times 1000}{m \times t}$$

где  $V$  – интенсивность выделения  $CO_2$  [мкл  $CO_2$  / (г × час)],

$m$  – масса почвы, г,

$t$  – время инкубации, ч.

Расчет количества углерода микробной биомассы  $C_{\text{мик}}$  (мкг С/г) производили по следующей формуле:

$$C_{\text{мик}} = V \times 40,04 + 0,37$$

Величину коэффициента микробного дыхания (QR) рассчитывали как отношение как  $V_{\text{bas}}$  к  $V_{\text{sir}}$ .

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методам параметрической статистики на 95 % уровне значимости по Б. А. Доспехову [6].

### Результаты и обсуждение

При изучении агрегатного состава почв природного заповедника «Хомутовская степь» показано, что как в горизонте А, так и в горизонте В, преобладающей является гравийная фракция (3–1 мм), на которую приходится от 52,43 до 58,8 % частиц от общего числа агрегатов (рис. 1, а).

Несмотря на то, что высокое содержание гравия в почвах может придавать им малоблагоприятные свойства – провальную водопроницаемость, отсутствие водоподъемной способности, низкую влагоемкость [2], агрономически ценными считаются агрегаты размерами 10–0,5 мм, поскольку именно они придают почвенной структуре ее уникальный вид и определяют почвенное плодородие [11], что является принципиально важным и в случае с образцами на территории заповедника «Хомутовская степь».

Необходимость исследования гранулометрического состава обусловлена тем, что он относится к одному из наиболее устойчивых, консервативных признаков почвы, оказывающему огромное влияние на почвообразовательный процесс [10]. Нами установлено, что почвы гумусо-аккумулятивного горизонта представлены тяжелосуглинистыми илисто-песчаными черноземами, а почвы нижележащего горизонта – легкоглинистыми пылевато-илистыми черноземами. В целом, почвы характеризовались преобладанием в своем составе пылеватых частиц (41,6–50,1 % от общего числа частиц), на илистую фракцию приходилось от 26,8 до 32,4 %.

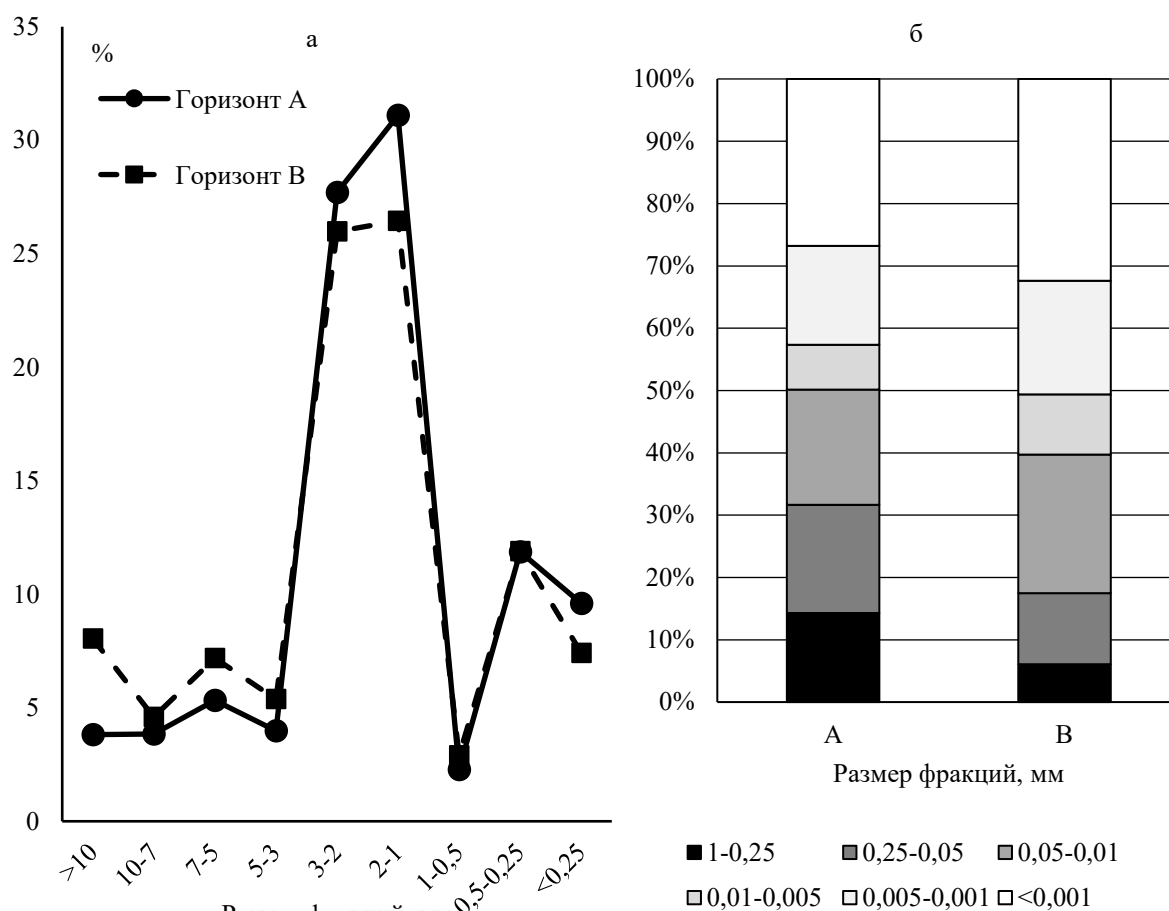


Рис. 1. Агрегатный (а) и гранулометрический (б) состав почв заповедника «Хомутовская степь»

По содержанию АЦА агрегатное состояние почв отнесено к отличному, поскольку доля АЦА > 60 % (для горизонта А доля АЦА составляет 86,1 %, горизонта В – 84,4 %) (табл.1).

Таблица 1

**Оценивание агрегатного состояния почвы заповедника «Хомутовская степь» по коэффициенту структурности и долю агрономически ценных агрегатов**

Участок/ горизонт	$K_{стр}$	Доля АЦА (%)	$P_c$ (гранулометрический показатель структурности)
№ 1 А	6,42	86,1	166,2
№ 1 В	5,46	84,37	158,5

При расчете коэффициента структурности по этому признаку агрегатное состояние оценено как отличное.

При проведении агрохимического обследования территории заповедника «Хомутовская степь» установлено, что по показателю актуальной кислотности почвы следует отнести к нейтральным, слабощелочным (рН варьирует от 6,85 до 7,48). Изученные почвы относят к незасоленным, поскольку содержание солей не превышает 0,3 г/100 г почвы (табл. 2).

Таблица 2

## Агрохимическая характеристика почв заповедника «Хомутовская степь»

Показатель	Горизонт А	Горизонт В
Актуальная кислотность	6,85	7,48
Влажность, %	24,43	20,22
Общая засоленность, г/100 г почвы	0,147 ± 0,003	0,118 ± 0,007
Обменная кислотность, ммоль экв/100 г почвы	0,011 ± 0,002	0,005 ± 0,001
Гидролитическая кислотность, ммоль экв/100 г почвы	0,75 ± 0,026	0,86 ± 0,03
Сумма обменных оснований, ммоль экв/100 г почвы	48,64 ± 0,03	48,81 ± 0,03
Обменный кальций, ммоль экв/100 г почвы	40,5 ± 0,58	39,75 ± 0,66
Обменный магний, ммоль экв/100 г почвы	7,92 ± 0,51	7,83 ± 0,79
Степень насыщенности почв основаниями, %	98,5	98,3
Гумус, %	7,97 ± 0,1	4,05 ± 0,08
Обменный аммоний, мг/100 г почвы	4,73 ± 0,05	5,91 ± 0,06
Нитратный азот, мг/100 г почвы	3,83 ± 0,13	1,56 ± 0,12
Нитритный азот, мг/100 г почвы	0,41 ± 0,001	0,21 ± 0,004
Подвижные фосфаты, мг/100 г почвы	3,54 ± 0,08	2,72 ± 0,06

При изучении поглотительной способности почв заповедника «Хомутовская степь», непосредственно влияющей на интенсивность почвообразовательного процесса, установлено, что значения суммы обменных оснований сопоставимы с почвами заповедных территорий и обыкновенных черноземов [4]. Так, содержание суммы обменных оснований изученных нами почв высоко и составляет 48,6–46,8 ммоль экв/100 г почвы, что наряду с минимальными значениями обменной и гидролитической кислотности говорит о высокой степени развитости почвообразовательного процесса на данных территориях. Степень насыщенности основаниями высока – около 98 %, а в составе почвенно-поглощающего комплекса изученных почв преобладают обменные катионы кальция и магния, что является генетическим признаком данной почвы. Соотношение магния к кальцию составляет 1:5, так процент кальция от общей суммы обменных оснований составляет 81,4–83,3 %.

По содержанию гумуса почвы заповедника «Хомутовская степь» отнесены к средне- и сильнугумусированным, при содержании гумуса около 8 % в гумусо-аккумулятивном и около 4 % в нижележащем горизонте. Для обменного аммония характерна приуроченность к нижележащему горизонту, для нижнего горизонта – повышенная обеспеченность этим элементом минерального питания, для гумусо-аккумулятивного – средняя. Количество обменного аммония в гумусо-аккумулятивном ниже его количества в верхнем, что связано с преимущественной локализацией корневых систем растений именно в пределах верхнего горизонта, где и происходит активное поглощение его соединений. Для изученных почв характерна средняя и высокая обеспеченность нитратным азотом, при этом содержание нитратной формы азота с глубиной падает. Установлено, что изученные почвы характеризовались низким содержанием подвижных фосфатов как гумусо-аккумулятивного, так и нижележащего горизонта.

В результате проведенных исследований по изучению общего количества микроорганизмов установлено, что их наибольшая численность зафиксирована в гумусо-аккумулятивном горизонте чернозема обыкновенного (табл. 3).

По шкале оценки степени обогащенности почв микроорганизмами при посеве на питательные среды почва гумусо-аккумулятивного горизонта отнесена к «богатой», чернозем нижележащего горизонта – к средне обогащенному. Среди групп микроорганизмов наибольшая численность зафиксирована для стрептомицетов и фосфатмобилизирующих микроорганизмов. С другой стороны, в почвах заповедника выявлена низкая нитрификационная активность. Таким образом, проведенные исследования могут являться

подходом к разработке новых информативных критериев для оценки биологической активности почв, их биодиагностики и биоиндикации, тогда как изучение специфики почвы как среды обитания микроорганизмов позволит в большей степени оценить особенности протекающих в почве физиолого-биохимических процессов.

Таблица 3

**Биологическая активность почв заповедника «Хомутовская степь»**

Показатель	Горизонт А	Горизонт В
Общее количество микроорганизмов, тыс. КОЕ/г почвы	9241,8 ± 39,43	3622,9 ± 25,08
Количество стрептомицетов, тыс. КОЕ/г почвы	2658,4 ± 21,81	1012,2 ± 11,69
Количество микромицетов, тыс. КОЕ/г почвы	706,9 ± 8,72	431,8 ± 12,04
Количество фосфатмобилизирующих микроорганизмов, тыс. КОЕ/г почвы	1658,9 ± 56,7	1473,8 ± 43,7
Количество азотобактера, %	86,7 ± 1,73	82,1 ± 3,24
Базальное дыхание, мкл CO <sub>2</sub> / г почвы × ч	3,02 ± 0,12	2,27 ± 0,09
Субстрат-индуцированное дыхание, мкл CO <sub>2</sub> /г почвы × ч	36,96 ± 2,87	13,62 ± 1,28
Q <sub>r</sub>	0,08	0,17
Почвенная микробная биомасса мкгС-CO <sub>2</sub> /г почвы × ч	62,03 ± 4,79	23,08 ± 2,11
Нитрификационная активность, мг N-NO <sub>2</sub> / г почвы × ч		
Окисление аммония	0,23 ± 0,06	0,04 ± 0,004
Окисление нитрита	0,12 ± 0,05	0,01 ± 0,002
Активность уреазы, мг NH <sub>3</sub> /10 г почвы за сутки	54,5 ± 1,50	19,2 ± 1,79
Активность фосфатазы, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10 г почвы за сутки	4,29 ± 0,174	3,36 ± 0,104

К одному из информативных показателей микробиологической активности почвы относится дыхание микроорганизмов. Установлено, что чернозем обыкновенный заповедника «Хомутовская степь» характеризовался средней степенью биологической активности, оцененной по интенсивности базального дыхания (3,02 мкл CO<sub>2</sub>/ г почвы × ч), незначительно снижающейся в нижележащих почвенных горизонтах, что объясняется снижением численности микроорганизмов в физиологически активном состоянии (табл. 3). Исследование интенсивности субстрат-индуцированного дыхания показало, что большая часть микробценоза находится в потенциально активном состоянии, поскольку показатели субстрат-индуцированного дыхания в 10 раз выше показателей базального дыхания.

Анализ полученных данных показал приуроченность максимальной активности уреазы к верхнему генетическому горизонту, что объясняется накоплением в верхнем горизонте большого количества растительных остатков, содержащих субстрат для функционирования фермента, который катализирует гидролиз мочевины, попадающей в почву в составе органических остатков и образующейся в самой почве в качестве продукта превращения азотистых органических соединений [5]. В нижележащем горизонте активность уреазы была гораздо ниже. Оценка активности уреазы по шкале Гапонюка и Малахова была определена как «высокая» в верхнем горизонте почвы и как «средняя» – в нижележащем (табл. 3).

Фосфатаза относится к группе ферментов, катализирующих гидролиз ортофосфорных эфиров различных спиртов и фенолов, фосфорорганических соединений, составляющих 20–80 % всех запасов фосфора почвы [23]. Анализ активности фосфатазы показал незначительную разницу в показателях по почвенным горизонтам. Активность данного фермента в верхнем и нижнем горизонте была примерно одинакова, уровень ее активности по шкале Гапонюка и Малахова был оценен как «средний» (табл. 3).

### Выводы

В результате проведенных агрохимических исследований почв природного заповедника «Хомутовская степь», а также их биологической активности получены результаты, свидетельствующие о высокой степени развитости почвенного покрова и наличия прогрессивных черт почвообразовательного процесса, которые дают основание делать выводы о позитивном влиянии режима заповедания на почвенные характеристики заповедника. Так, по содержанию элементов минерального питания и гумуса почвы характеризуются как в достаточной степени обеспеченные, что вместе с высокими показателями поглотительной способности делает чернозем пригодным для развития степной растительности, а также свидетельствует о развитии дернового процесса с накоплением гумуса, минерального азота, приобретением почвой благоприятных агрохимических свойств. Эти данные подтверждают исследования биологической и ферментативной активности. Так, по шкале оценки степени обогащенности почв микроорганизмами при посеве на питательные среды почва гумусо-аккумулятивного горизонта заповедника отнесена к «богатой», почва нижележащего горизонта – к средне обогащенной. Активность уреазы оценена как «высокая» для верхнего горизонта почвы и «средняя» – для нижележащего, а уровень активности фосфатазы определен как «средний», что может свидетельствовать о неоднородности распределения субстратов для функционирования ферментов по почвенному профилю. Безусловно, отсутствие антропогенной деятельности наряду с режимом абсолютного заповедания, привело к формированию благоприятных эдафических условий, что очередной раз подтверждает необходимость создания подобных территорий не только для сохранения флоры и фауны, но и для недопущения развития деграционных процессов в почвах и ландшафтах в целом.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме FREG 2026-0003 «Комплексное изучение биоресурсного потенциала растений мировой флоры для содействия экологической стабилизации и устойчивого развития Донбасса», № 126020616725-0.

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution Donetsk Botanical Garden on the topic FREG 2026-0003 «Comprehensive study of the bioresource potential of plants of the world flora to promote environmental stabilization and sustainable development of Donbass», No. 126020616725-0.

### Список литературы

1. *Абдуллина А. В.* Ландшафтный кадастр заповедной территории Республики Башкортостан // Аллея науки. 2018. Т. 3. № 11(27). С. 325–327. EDN: YVPZLF.
2. Агрофизические и агрохимические методы исследования почв: учебно-методическое пособие / сост. В. И. Терпелец, В. Н. Слюсарев. Краснодар: КубГАУ, 2016. 65 с.
3. *Аринушкина Е. В.* Руководство по химическому анализу почв, издание 2-е, переработанное и дополненное. М.: Издательство Московского университета, 1970. 487 с.
4. *Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И.* Почвоведение. М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2006. 496 с.
5. *Дроздова Н. И., Свириденко В. Г., Хаданович А. В., Панфиленко О. А.* Исследование ферментативной активности дерново-подзолистых почв // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. 2010. № 3 (60). С. 84–88. EDN: SIKKHB.
6. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 350 с.
7. *Заводова Д. А., Кузина К. С., Меркулов П. И.* Тенденции развития заповедных территорий России // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106 (10). С.137–140. DOI: 10.18411/trnio-02-2024-577. EDN: TFEMPS.
8. *Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф.* Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Издательство Ростовского государственного университета, 2003. 216 с.

9. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Даденко Е. В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. 356 с.
10. Клебанович Н. В. Физика почв. Минск: Белорусский государственный университет, 2015. 41 с.
11. Курганова И. Н., Лопес де Гереню В. О., Смоленцева Е. Н., Семенова М. П., Личко В. И., Смоленцев Б. А. Влияние типа землепользования на физические свойства черноземов лесостепной зоны Западной Сибири // Почвоведение. 2021. Т. 55. № 9. С. 1061–1075. DOI: 10.31857/S0032180X21090045. EDN: HWOICG.
12. Мартынов В. В., Никулина Т. В. Стрекозы (Insecta, Odonata) заповедника «Хомутовская степь» (Донецкая область) // Заповедная наука. 2017. Т. 2. № 2. С. 47–54. DOI: 10.24189/ncr.2017.008. EDN: YLDYAH.
13. Методические рекомендации по морфологическому описанию почв / сост. А. Г. Дюкарев, Н. Н. Пологова, Л. И. Герасько Томск: Издательство Сибирского отделения РАН, 1999. 39 с.
14. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Издательство Московского государственного университета, 1991. 304 с.
15. Минеев В. Г. Практикум по агрохимии. М.: Издательств Московского государственного университета, 2001. 689 с.
16. Молодан Г. Н. Задачи и возможности реабилитации природы Донеччины // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах: Материалы науч. конф. с междунар. участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (Донецк, 08–10 октября 2019 г.). Донецк: Б.и., 2019. С. 276–295. EDN: GJPAQV.
17. Молодан Г. Н., Фоменко О. В. Рекреационный потенциал и перспективы его использования в природном заповеднике «Хомутовская степь» // Степи Северной Евразии: Материалы девятого междунар. симпозиума (Оренбург, 07–11 июня 2021 г.). Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. С. 572–574. DOI: 10.24412/cl-36359-2021-572-574. EDN: OMBNXS.
18. Остапко В. М., Приходько С. А. Изменения в составе флоры особо охраняемой природной территории «Хомутовская степь» за последние тридцать лет // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2019. № 3(152). С. 128–152. DOI: 10.36305/2019-3-152-128-152. EDN AICQSY.
19. Розанов Б. Г. Морфология почв. М.: Академический проект, 2004. 432 с.
20. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: практическое пособие. 2-е изд., под ред. Н. С. Егорова. М.: Издательство Московского университета, 1983. 215 с.
21. Савченко Е. Ю. Жужелицы (Coleoptera: Carabidae) БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 3-4. С. 60–65. EDN: SZNTOD.
22. Самофалова И. А. Почвенно-экологическая паспортизация и сертификация почв заповедных территорий // Аграрная наука сельскому хозяйству: Сборник статей IX Международ. научно-практ. конф. (Барнаул, 4–5 февраля 2016 г.). Барнаул: Издательство Алтайского государственного аграрного университета, 2016. С. 229–231. EDN: VWBPEV.
23. Стекольников К. Е., Комова А. В. Фосфатазная активность чернозема выщелоченного и режим фосфатов в стационарном опыте // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 183–188. EDN: ZAYVFJ.
24. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.
25. Чайка М. А., Суханова О. Г. Фауна и население птиц отделения «Хомутовская степь» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» в гнездовой период 2016–2017 гг. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. № 3-4. С. 90–101. EDN: YSXHSX.

26. Шейн Е. В., Карначевский Л. О. Теории и методы физики почв. М.: Гриф и К, 2007. 616 с.
27. Штирц А. Д., Колосова Ю. Е. Экологическая структура населения панцирных клещей отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» в осенний период // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018. № 3-4. С. 102–109. EDN: YSXHNF.
28. Штирц Ю. А., Сыщиков Д. В. Изменение механического состава почв заповедника «Хомутовская степь» при различных режимах заповедания // Промышленная ботаника. 2024. Т. 24. № 4. С. 95–99. DOI: 10.5281/zenodo.14638334. EDN: TOXOMF.
29. Ananyeva N. D., Susyan E. A., Chernova O. V., Wirth S. Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia // European Journal of Soil Biology. 2008. Vol. 44. N 2. P. 147–157. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2007.05.002. EDN: LLEURL.
30. ISO 11464, 2006. Soil Quality – Pretreatment of Samples for Physico-chemical Analysis.
31. ISO 15685, 2012. Soil Quality – Determination of Potential Nitrification and Inhibition of Nitrification – Rapid Test by Ammonium Oxidation.

### References

1. Abdullina, A. V. (2018) The landscape cadastre of the protected territory of the Republic of Bashkortostan. *Alleya nauki*. 3, 11(27), 325–327. EDN: YVPZLF. (In Russian).
2. *Agrofizicheskie i agrokhimicheskie metody issledovaniia pochv: uchebno-metodicheskoe posobie* (2016) / sost. V. I. Terpelets & V. N. Sliusarev. Krasnodar: KubGAU. 65 p. (In Russian.).
3. Arinushkina, E. V. (1970) *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv*, izdanie 2-e, pererabotannoe i dopolnennoe. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta. 487 p. (In Russian).
4. Val'kov, V. F., Kazeev, K. Sh. & Kolesnikov, S. I. (2006) *Pochvovedenie*. M.: IKTs “MarT”, Rostov n/D: Izdatel'skii tsentr “MarT”. 496 p. (In Russian).
5. Drozdova, N. I., Sviridenko, V. G., Khadanovich A. V. & Panfilenko O. A. (2010) Study of enzymatic activity of sod-podzolic soils. *Izvestija Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny*. 3(60), 84–88. EDN: SIKKHB (In Russian).
6. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)*. M.: Al'ians, 2011. 350 p. (In Russian).
7. Zavodova, D. A., Kuzina, K. S. & Merkulov, P. I. (2024) Trends in the development of protected areas in Russia. *Trends in the development of science and education*. 106(10), 137–140, DOI: 10.18411/trnio-02-2024-577, EDN: TFEMPS. (In Russian).
8. Kazeev, K. Sh., Kolesnikov, S. I. & Val'kov, V. F. (2003) *Biologicheskaja diagnostika i indikatsiia pochv: metodologija i metody issledovanii*. Rostov n/D: Izdatel'stvo Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta. 216 p. (In Russian).
9. Kazeev, K. Sh., Kolesnikov, S. I., Akimenko, Iu. V. & Dadenko, E. V. (2016) *Metody biodiagnostiki nazemnykh ekosistem*. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Iuzhnogo federal'nogo universiteta. 356 p. (In Russ.).
10. Klebanovich, N. V. (2015) *Fizika pochv*. Minsk: Belorusskii gosudarstvennyi universitet. 41 p. (In Russian).
11. Kurganova, I. N., Lopes De Gerenyu, V. O., Lichko, V. I., Smolentseva, E.N., Smolentsev, B.A. & Semrnova M.P. (2021) Influence of land use on the physical properties of chernozems in the Forest-Steppe Zone of Western Siberia. *Eurasian Soil Science*. 54 (9), 1337-1349, DOI 10.1134/S1064229321090040, EDN GQBBPV.
12. Martynov, V. V. & Nikulina, T. V. (2017) Dragonflies (Insecta, Odonata) of the «Khomutovskaya steppe» nature reserve. *Nature Conservation Research*. 2(2), 47–54, DOI: 10.24189/ncr.2017.008, EDN: YLDYAH] (In Russian).
13. *Metodicheskie rekomendatsii po morfologicheskomu opisaniiu pochv* (1999) / sost. A. G. Diukarev, N. N. Pologova & L. I. Geras'ko. Tomsk: Izdatel'stvo Sibirskogo otdeleniia RAN. 39 p. (In Russian).

14. *Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii* (1991) / pod red. D. G. Zviagintseva. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. 304 p. (In Russian).
15. Mineev, V. G. (2001) *Praktikum po agrokhimii*. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. 689 p. (In Russian).
16. Molodan, G. N. (2019) Tasks and possibilities of rehabilitation of nature of Donetsk region In: *Study and conservation of biodiversity in botanical gardens and other introduction centers: Scientific conference with international participation*. Donetsk, State Institution "Donetsk Botanical Garden". pp. 276–295, EDN: GJPAQV (In Russian).
17. Molodan, G. N. & Fomenko, O. V. (2021) Recreational potential and prospects for its use in the Khomutovskaya Steppe Nature Reserve In: *Steppes of Northern Eurasia: Proceedings of the Ninth International Symposium, 07–11 June 2021, Orenburg, Orenburg State University*, pp. 572–574, DOI :10.24412/cl-36359-2021-572-574, EDN: OMBNXXS. (In Russian).
18. Ostapko, V. M. & Prykhodko S. A. (2019) [Changes in the flora composition of the specially protected natural territory "Khomutovskaya steppe" over the last thirty years. *Plant biology and horticulture: theory, innovations*. 3(152), 128–152, DOI: 10.36305/2019-3-152-128-152, EDN AICQSY] (In Russian).
19. Rozanov, B. G. (2004) *Morfologiya pochv*. M.: Akademicheskii proekt. 432 p. (In Russian).
20. *Rukovodstvo k prakticheskim zaniatiyam po mikrobiologii: prakticheskoe posobie* (1983). 2-e izd., pod red. N. S. Egorova. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta. 215 p. (In Russian).
21. Savchenko, E. Yu. (2019) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of biosphere specially protected natural territory of republican significance "Khomutovskaya steppe – Meotida". *Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region*. 3-4, 60–65, EDN: SZNTOD (In Russian).
22. Samofalova, I. A. (2016) Soil-ecological certification and certification of soils of protected areas In: *Agrarian science for agriculture: IX International scientific and practical conference, 4–5 February 2016*. Barnaul, Publishing House Altai State Agrarian University, pp. 229–231, EDN: VWBPEV (In Russian).
23. Stekolnikov, K. E. & Komova A. V. (2017) Phosphatase activity of leached chernozem and phosphate regime in a stationary experiment. *Bulletin of the Orenburg state agrarian university*. 3(65), 183–188, EDN: ZAYVFJ (In Russian).
24. Khaziev, F. Kh. (2005) *Metody pochvennoi enzimologii*. M.: Nauka. 252 p. (In Russian).
25. Chaika, M. A. & Sukhanova, O. G. (2018) Birds fauna and population of the "Khomutovskaya steppe" department of biosphere specially protected natural territory of republican importance "Khomutovskaya steppe – Meotida" in the 2016–2017 breeding period. *Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region*. 3-4, 90–101, EDN: YSXHSX (In Russian).
26. Shein, E. V. & Karpachevskii, L. O. (2007). *Teorii i metody fiziki pochv*. M.: Grif i K. 616 p. (In Russian).
27. Shtirts A. D. & Kolosova Yu. E. (2018) Ecological structure of oribatid mites communities of branch "Meotida" of biosphere reserve "Khomutovskaya steppe – Meotida" in the autumn. *Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region*. 3-4, 102–109, EDN: YSXHNF (In Russian).
28. Shtirts, Yu. A. & Syshchykov, D. V. (2024) Change in the mechanical composition of soils of the nature reserve "Khomutovskaya steppe" under different protection regimes. *Industrial botany*. 24(4), 95–99, DOI: 10.5281/zenodo.14638334, EDN: TOXOMF (In Russian).
29. Ananyeva, N. D., Susyan, E. A., Chernova, O. V. & Wirth, S. (2008) Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia. *European Journal of Soil Biology*. 44(2), 147–157, DOI: 10.1016/j.ejsobi.2007.05.002, EDN: LLEURL (In English).
30. ISO 11464, 2006. Soil Quality – Pretreatment of Samples for Physico-chemical Analysis. (In English).

31. ISO 15685, 2012. Soil Quality – Determination of Potential Nitrification and Inhibition of Nitrification – Rapid Test by Ammonium Oxidation (In English).

*Поступила в редакцию 16.02.2026 г.*

**Syshchykov D. V., Agurova I. V., Berezovskiy A. S. Assessment of soil condition in the "Khomutovskaya Steppe Nature Reserve".** – The obtained data of agrochemical monitoring of the soils of the Khomutovskaya Steppe Nature Reserve indicate a high degree of development of the soil cover. In terms of the content of elements of mineral nutrition and humus, the soils of the reserve can be described as sufficiently provided, which, along with high indicators of absorbency and enzymatic activity, as well as an excellent aggregate state, indicate the development of the turf process. According to the scale for assessing the degree of enrichment of soils with microorganisms, the soils of the humus-accumulative horizon of reserve are classified as "rich" the soils of the underlying horizon are classified as moderately enriched. The absence of anthropogenic activity and the giving of an absolute conservation regime confirms the need to give a protected status to territories both to preserve flora and fauna and to prevent the development of degradation processes in soils.

*Keywords:* soil, acidity, mineral nutrients, humus, salinity, enzymes, microbiological activity.

***Сыщиков Дмитрий Валерьевич***

кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник лаборатории  
почвенно-экологических исследований  
ФГБНУ Донецкий ботанический сад,  
г. Донецк, ДНР, РФ.  
E-mail: 2007dmitry@rambler.ru  
ORCID: 0000-0003-4044-1129  
SPIN-код: 8095-8400  
Author ID: 664476

***Syshchykov Dmitry Valerievich***

Candidate of Biological Sciences,  
leading Researcher of the laboratory of Soil and  
ecological research,  
Donetsk Botanical Garden,  
Donetsk, DPR, Russian Federation.

***Агурова Ирина Владимировна***

кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник лаборатории почвенно-  
экологических исследований  
ФГБНУ Донецкий ботанический сад,  
г. Донецк, ДНР, РФ.  
E-mail: ir.agur@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-4583-6480  
SPIN-код: 5941-1712  
Author ID: 1093199

***Agurova Irina Vladimirovna,***

Candidate of Biological Sciences,  
leading Researcher of the laboratory of Soil and  
ecological research,  
Donetsk Botanical Garden,  
Donetsk, DPR, Russian Federation.

***Березовский Андрей Сергеевич***

младший научный сотрудник лаборатории  
почвенно-экологических исследований  
ФГБНУ Донецкий ботанический сад,  
Донецк, ДНР, РФ.  
E-mail: berezovskiias@list.ru  
ORCID: 0009-0006-1260-1921  
SPIN-код: 1630-8964  
Author ID: 1229458

***Berezovskiy Andrey Sergeevich***

junior research fellow of the laboratory of Soil and  
ecological research  
Donetsk Botanical Garden,  
Donetsk, DPR, Russian Federation.

© А. А. Алексеева

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ НАУЧНОГО ОРГАНА СИТЕС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –  
ФГБУ «ВНИИ ЭКОЛОГИЯ» ПО ИЗМЕНЕНИЮ СТАТУСА САЙГАКА  
(*SAIGA TATARICA* L.)**

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды»  
(ВНИИ Экология),  
Россия, 117628, Москва, 36 км МКАД, двлд. 1, стр. 4

Алексеева А. А. Предложения Научного органа СИТЕС Российской Федерации – ФГБУ «ВНИИ Экология» по изменению статуса сайгака (*Saiga tatarica* L.). – В статье представлены научно обоснованные предложения Научного органа СИТЕС Российской Федерации (ФГБУ «ВНИИ Экология») по изменению охранного статуса сайгака (*Saiga tatarica* L.). На основе комплексного анализа сформирован алгоритм принятия решений, обеспечивающий баланс между сохранением вида и гибкостью международного регулирования. Обоснована позиция сохранения сайгака в Приложении II СИТЕС с нулевой экспортной квотой, а также предложена дифференцированная оценка статуса изолированных и трансграничных популяций в Красной книге Российской Федерации. Особое внимание уделено интеграции биологических индикаторов в управленческие модели (NDF, оценка жизнеспособности популяций) и процедурной корректности изменений.

*Ключевые слова:* сайгак, *Saiga tatarica* L., СИТЕС, Красная книга РФ, популяционный мониторинг, генетическая структура, пространственное моделирование, NDF, международное сотрудничество.

**Введение**

Сайгак (*Saiga tatarica* Linnaeus, 1766) – реликтовый вид парнокопытных, являющийся уникальным компонентом степных и полупустынных экосистем Евразии. Как ключевой вид травоядных, сайгак выполняет важнейшие экосистемные функции: регулирует структуру растительных сообществ, формирует трофические связи, влияет на почвообразовательные процессы и служит индикатором состояния степных ландшафтов [1, 2, 5–7]. В условиях глобальных климатических изменений и антропогенной трансформации природных территорий сохранение данного вида приобретает особую актуальность [12–14].

За последние два десятилетия популяции сайгака продемонстрировали нелинейную динамику: после катастрофического спада в 1990–2000-х гг. наблюдается восстановление, сопровождаемое вспышками эпизоотий, фрагментацией миграционных путей и изменением пространственного распределения [9, 18]. В 2023 г. МСОП изменил статус вида с Critically Endangered на Near Threatened, что отразило положительный тренд, однако не сняло рисков, связанных с браконьерским давлением и климатической нестабильностью [29, 31, 36].

Научная новизна настоящего исследования заключается в разработке интегрированной биоправовой модели обоснования охранного статуса, которая впервые для сайгака в РФ объединяет: 1) верифицированные данные трансграничного мониторинга, 2) результаты популяционно-генетического структурирования, 3) пространственный анализ миграционных коридоров и 4) алгоритм формирования заключений об отсутствии ущерба (NDF) для применения в процедурах СИТЕС и национального законодательства.

Цель работы – сформировать научно обоснованные предложения по оптимизации статуса сайгака, минимизирующие риски нелегальной добычи и обеспечивающие процедурную согласованность с международными обязательствами РФ.

**Материал и методы исследования**

Исследование выполнено в рамках деятельности Научного органа СИТЕС в Российской Федерации (ФГБУ «ВНИИ Экология») в 2023–2026 гг. по подготовке проекта дорожной

карты российско-казахстанской Рабочей группы по сохранению трансграничных популяций сайгака в рамках выполнения обязательств Российской Федерации по Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, и формирования позиции Российской Федерации.

Работа носит междисциплинарный характер и построена на структурированном анализе всех материалов по современному состоянию популяций сайгака (пространственное размещение, этологическая и демографическая структура), данным полевых исследований, проведенных специалистами из разных научных институтов, оценке генетического разнообразия, имеющейся в открытых источниках.

*Источники данных по численности и распределению:* Используются официальные отчеты Минприроды России по учетам сайгака в Северо-Западном Прикаспии (2013–2025) [7–10], материалы авиаучетов ФГБУ «Охотресурсы» и региональных ведомств Калмыкии, Астраханской, Саратовской и Волгоградской областей, данные трансграничных учетов в рамках Меморандума CMS [5, 9, 32–34], отчеты Казахстана по оценке численности [4, 9, 17], а также результаты мониторинговых и полевых исследований профильных экспертов [12, 13, 17], результаты сравнительного анализа материалов, собранных при мониторинговых исследованиях специалистов по изучению пространственной структуры популяций сайгаков на территории государственного заказника «Степной» в Астраханской области [5], государственного заповедника «Черные земли» [6], Саратовского Заволжья [13], генетических исследований [25, 39, 40, 45] для оценки дифференциации популяций, а также результаты исследований на основе ГИС-данных (координаты учетов, границы ООПТ, инфраструктурные барьеры, границы землепользования) [17–19].

*Сравнительно-правовой и процедурный анализ.* Проведено сопоставление требований СИТЕС (Резолюции 12.3, 12.11), Боннской конвенции (CMS), национального законодательства РФ (Красная книга, ФЗ № 52, ст. 258.1 УК РФ) [20–22, 28, 29, 32] и административных регламентов Минприроды [14–16]. Разработан алгоритм принятия решений, включающий этапы: сбор биологических индикаторов → оценка NDF → общественное обсуждение → экспертиза Научного совета → утверждение приказа.

*Критерии обоснованности рекомендаций.* При формулировании позиций использованы четыре критерия: научная достоверность (верифицированные данные, рецензируемые источники), процедурная корректность (соответствие регламентам), практическая реализуемость (оценка институциональных ресурсов) и международная согласованность (синхронизация с позициями стран ареала).

## Результаты и обсуждение

### 1. Биологическая характеристика сайгака как уникального компонента степных экосистем

Таксономическая и морфоэкологическая характеристика. Таксономически вид *S. tatarica* делится на два подвида: *S. t. tatarica* и *S. t. mongolica* [18, 23, 24]. Уникальной морфологической адаптацией, определяющей устойчивость вида к аридным условиям, является хоботообразное носовое зеркало, выполняющее функции фильтрации атмосферной пыли и терморегуляции [2, 13]. Данная специализация обуславливает строгую экологическую зависимость сайгака от сохранности открытых степных и полупустынных ландшафтов, а также повышает его уязвимость к антропогенной трансформации местообитаний.

Пространственно-временная динамика популяций. На территории Российской Федерации исторически выделяют три ключевые популяционные группировки: северо-западного Прикаспия, (Волго-)Уральскую и Бетпакдалинскую. Актуальные данные о трансграничных миграциях и численности сайгаков, пересекающих российско-казахстанскую государственную границу за последние пять лет, носят фрагментарный характер. По результатам экспертного мониторинга 2023 года, популяция северо-западного Прикаспия демонстрирует положительную динамику, достигая 28 000–30 000 особей при

доле взрослых самцов около 19 %. Ключевыми местообитаниями данной группировки выступают заповедник «Чёрные земли» и заказник «Степной» [5, 7].

Численность уральской популяции на территории России носит выраженный стохастический характер, зависящий от интенсивности сезонных заходов особей с территории Казахстана, и варьирует от 50 000 до 200 000 особей в различные годы. В 2023 году ее численность оценивалась приблизительно в 100 000 особей с устойчивой тенденцией к росту. Животные данной группировки осваивают территории заповедников «Богдинско-Баскунчакский» и «Оренбургский», а также природных парков «Баскунчак» и «Эльтонский». Часть особей задерживается на отёл в весенний период и на зимовку осенью. В связи с непостоянным статусом пребывания, регулярный учет данных группировок не проводится. Бетпакадалинская популяция в 2023 году на территорию России не заходила [4, 11].

Ландшафтная фрагментация и экосистемная роль. Экологическая стратегия вида, характеризующаяся стадностью, дальними миграциями (до 1 000 км) и высокой репродуктивной способностью, обеспечивает значительный потенциал восстановления численности. Вместе с тем она делает популяции крайне уязвимыми к фрагментации местообитаний и браконьерскому прессу [6, 13]. Пространственное размещение копытных напрямую связано с адаптационной способностью форм поведения особей, зависящих от изменения величины стада и половозрастного состава по сезонам года [5]. Критическими барьерами, разрывающими исторические миграционные коридоры, выступают линейные инфраструктурные объекты: автомобильные и железные дороги, магистральные трубопроводы и ограждения сельскохозяйственных угодий [18, 19, 27].

Сайгак выполняет функцию инженера экосистем, поддерживая мозаичность растительного покрова и препятствуя доминированию малоценных растительных сообществ [1, 2, 7]. Его исчезновение может спровоцировать каскадные нарушения в трофических сетях степных биоценозов, что подчеркивает необходимость ландшафтно-экологического подхода к сохранению вида.

Антропогенные конфликты и экономические риски. Трансграничные миграции сайгака сопровождаются негативными экономическими последствиями для агропромышленного комплекса. В процессе перемещений животные вытаптывают посевы сельскохозяйственных культур, деградируют пастбища и истощают водные объекты, что создает потенциальные угрозы продовольственной и эпизоотической безопасности регионов. По данным исследователей, изучающих мигрирующую популяцию в Саратовском Заволжье, количество сайгаков, заходящих весной 2025 года, составляло сотни тысяч особей [13]. Так, в 2024–2025 годах миграция сайгаков с территории Казахстана в Саратовскую область привела к уничтожению посевов и нанесению ущерба экономике четырех муниципальных районов на сумму 14 млн рублей [11]. В связи с этим представители аграрного сектора инициируют разработку научно обоснованных механизмов регулирования численности животных в периоды массовых заходов и упрощение процедур компенсации нанесенного ущерба.

Данное обстоятельство послужило поводом для привлечения внимания представителей Минприроды России, Росприроднадзора, федеральных органов исполнительной власти, исполнительных органов субъектов Российской Федерации, экспертов из научных учреждений и других заинтересованных организаций на заседании секции экспертов по сохранению и восстановлению сайгака в рамках Рабочей группы по вопросам сохранения и восстановления отдельных редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира Российской Федерации, где была предложена дифференцированная оценка статуса изолированных и трансграничных популяций в Красной книге Российской Федерации.

## **2. Текущий статус в международных конвенциях и законодательстве РФ**

Сайгак включен в Приложение II СИТЕС с 1995 г. С 2019 г. действует аннотация о нулевой экспортной квоте на дикие экземпляры в коммерческих целях (Annotation A2) [26, 27]. Данная мера де-факто приравнивает коммерческую торговлю к полному запрету, сохраняя при этом легальные каналы для научного обмена.

В Красной книге РФ (2021) вид имеет категорию 1 (находящийся под угрозой исчезновения) [8–10]. Включен в Перечень особо ценных видов (Постановление Правительства № 978), что влечет уголовную ответственность по ст. 258.1 УК РФ [15, 21]. Статус МСОП изменен на Near Threatened (2023) [29–31, 36], что отражает восстановление численности, но не отменяет необходимости строгого контроля. В рамках CMS действует Меморандум по сайгаку (2006) [26, 32, 44].

Регуляторные аспекты международной торговли (СИТЕС). В контексте выполнения обязательств Российской Федерации по Конвенции СИТЕС, особую актуальность приобретает координация с Республикой Казахстан в вопросах регулирования трансграничного оборота дериватов сайгака.

Следует отметить, что на 20-й Конференции сторон СИТЕС (Самарканд, 2025) был рассмотрен документ СоР20 Inf. 75 по измененной аннотации для *S. tatarica* в Приложении II (ПОЗИЦИЯ 3 КС20), в котором представлены поправки от Республики Казахстан. В них идет речь о сохранении нулевой экспортной квоты для диких особей, проданных в коммерческих целях, за исключением особей из популяции *S. tatarica* Казахстана, при соблюдении условий, таких как торговля только цельными рогами, находящимися в государственной собственности, происходящими из Казахстана, хранящимися на складе и маркированными в соответствии с требованиями к маркировке и отслеживаемости, разработанными Казахстаном, предварительная проверка Секретариатом и Казахстаном в консультации с Постоянным комитетом, наличие достаточных механизмов контроля и систем отслеживания в Казахстане и торговых партнерах, контроль Казахстаном первой отгрузки каждому новому торговому партнеру для обеспечения наличия и надлежащей работы систем маркировки и прослеживаемости, а также ограничение общего объема 30 тоннами до КС21 (или 40 тоннами, если КС21 состоится через четыре года), подлежащими пересмотру. Постоянный комитет может принять решение о частичном или полном прекращении этой торговли в случае несоблюдения требований странами-экспортерами или импортерами, или в случае доказанного пагубного воздействия торговли на популяцию сайгака [30].

Сторонам целесообразно рассмотреть возможность сохранения нулевой экспортной квоты на рога и иные производные сайгака, а также внедрения строгих механизмов верификации происхождения образцов. Вовлечение в легальный оборот дериватов неустановленного происхождения создает высокие риски легализации незаконно добытой продукции, что представляет серьезную угрозу сохранению вида и требует имплементации единых процедур идентификации.

### **3. Позиция Научного органа СИТЕС РФ**

ФГБУ «ВНИИ Экология» придерживается следующих принципов:

- сохранение в Приложении II СИТЕС с нулевой квотой как оптимальный баланс охраны и гибкости управления;
- отказ от перевода в Приложение I, который ограничивает научный обмен и усложняет процедуры легального мониторинга;
- приоритет научно обоснованных решений, базирующихся на актуальных данных мониторинга и генетике;
- дифференцированный подход к популяциям в Красной книге РФ с учетом их пространственной изоляции и трансграничной динамики;
- синхронизация позиций стран ареала в рамках CMS и СИТЕС.

### **4. Критический анализ альтернативных позиций**

В научной и управленческой среде обсуждаются два альтернативных сценария:

Перевод в Приложение I СИТЕС. Аргумент: максимальная защита от нелегальной торговли. Контраргумент: Приложение I не решает корневых причин браконьерства, ограничивает возможности легального генетического мониторинга и обмена биоматериалом, усложняет процедуры NDF и может спровоцировать рост черного рынка из-за искусственного дефицита легальных каналов контроля [23, 24].

Снятие нулевой квоты и переход к регулируемой коммерции. Аргумент: численность восстановлена, возможен устойчивый доход. Контраргумент: популяционная динамика сайгака носит циклический характер, вспышки пастереллеза и климатические аномалии создают риски резких спадов. Отсутствие надежной системы маркировки и ДНК-идентификации рогов делает коммерческий оборот уязвимым для легализации браконьерской продукции [25, 39, 40-45].

Обе позиции не обеспечивают долгосрочной устойчивости в текущих условиях. Оптимальным остается статус-кво с усилением контроля и постепенным внедрением механизмов устойчивого использования при достижении пороговых показателей стабильности.

### 5. Предложения по изменению статуса

Рекомендация № 1. Сохранить сайгака в Приложении II СИТЕС с нулевой экспортной квотой до 2030 г. с обязательным пересмотром на основе новых данных NDF и независимого мониторинга.

Рекомендация № 2. Дифференцировать статус популяций в Красной книге РФ:

Северо-Западное Прикаспие (Калмыкия) – сохранить категорию 1 (единственная устойчиво обитающая в РФ популяция, ~55–60 тыс. особей, высокий риск изоляции);

Волго-Уральская и Бетпакалинская – рассмотреть возможность исключения из федеральной Красной книги с сохранением охраны через региональные Красные книги и статус особо ценного вида, так как основная часть ареала и управления сосредоточена в Казахстане, а миграции в РФ носят сезонный характер [4, 23].

Рекомендация № 3. Усилить контроль внутреннего рынка через внедрение системы маркировки, ДНК-банкинга изъятых рогов и обучение инспекторов (табл. 1).

Таблица 1

### Ключевые мероприятия по контролю внутреннего рынка сайгака

Мера	Ответственный	Ожидаемый эффект
Инвентаризация и учет легальных запасов рогов	Росприроднадзор, МВД	Прозрачность оборота, снижение рисков легализации
Внедрение ДНК-идентификации и чипирования	ФГБУ «ВНИИ Экология», ИПЭЭ РАН	Судебно-экспертная верификация происхождения
Обучение таможенных и пограничных служб	ФТС, Росприроднадзор	Повышение выявляемости контрабанды на 30–40%

### 6. Научное обоснование и интеграция биологических данных в управленческие модели

Данные мониторинга 2025 г. оценивают численность в Северо-Западном Прикаспии в 55–60 тыс. особей [13], в Казахстане – свыше 4 млн особей [4]. Положительный тренд подтверждается, однако цикличность популяционных процессов и риск эпизоотий требуют сохранения превентивного режима.

Генетические исследования показывают умеренную дифференциацию между популяциями и снижение гаплотипического разнообразия в изолированных группах [25, 39–45]. Это обосновывает дифференцированный подход: трансграничные популяции управляются совместно, изолированная российская группа требует повышенной защиты и генетического мониторинга инбридинга.

Оценка угроз (верифицированная на основе статистики изъятий, ветеринарного мониторинга и пространственных данных): браконьерство – 40 %, эпизоотии – 30 %, фрагментация – 15 %, климатические аномалии – 10 %, конфликты с АПК – 5 % [9, 18]. Структура угроз определяет приоритеты: антибраконьерский контроль, ветеринарный скрининг, сохранение коридоров.

### 7. Международная координация и процедурные аспекты

Синхронизация позиций РФ, Казахстана, Монголии и Узбекистана в рамках CMS и СИТЕС является обязательным условием эффективности мер [30, 33, 36]. Процедура изменения статуса в Красной книге РФ включает научное обоснование, 6-месячное общественное обсуждение, экспертизу Научного совета и утверждение приказом Минприроды. Даже при изменении федерального статуса сохраняется защита через ст. 258.1 УК РФ и региональные Красные книги [11, 16, 21].

### 8. Перспективные направления (2026–2030 гг.)

- внедрение БПЛА и спутникового трекинга для повышения точности учетов [17];
- разработка стандартизированных алгоритмов NDF для сайгака;
- создание национальной базы ДНК-профилей;
- участие в рабочих группах СИТЕС/CMS для согласования позиций [30-33];
- экопросвещение для снижения спроса на рога и роста общественной поддержки.

### Выводы

Научный орган СИТЕС РФ обосновывает сохранение сайгака в Приложении II СИТЕС с нулевой квотой как наиболее сбалансированный режим, обеспечивающий охрану вида без блокировки научно обоснованного управления.

Предлагается дифференцированный подход к статусу популяций в Красной книге РФ: сохранение категории 1 для Северо-Западного Прикаспия и рассмотрение возможности исключения трансграничных популяций с сохранением охраны через региональные акты и статус особо ценного вида.

Любые изменения статуса должны базироваться на верифицированных данных мониторинга, результатах генетического структурирования и пространственном анализе миграционных коридоров, а не на краткосрочных колебаниях численности.

Ключевым условием эффективности мер регулирования является синхронизация позиций стран ареала, внедрение систем ДНК-идентификации и усиление контроля внутреннего рынка в рамках процедур СИТЕС и национального законодательства.

Интеграция биологических индикаторов в управленческие модели (NDF, оценка жизнеспособности, пространственное планирование) обеспечивает переход от реактивного к превентивному регулированию, что соответствует принципам устойчивого управления трансграничными популяциями.

### Список литературы

1. Арылова Н. Ю. Экология сайгака (*Saiga tatarica tatarica* L., 1766) на территории Северо-Западного Прикаспия в условиях депрессии численности (на примере экорегиона Черные земли): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 – экология, Ростов-на-Дону, 2009. 24 с.
2. Банников А. Г., Журнов Л. В., Лебедева Л. С., Фандеев А. А. Биология сайгака. М.: Изд-во МГУ, 1961. 336 с.
3. Близнюк А. И. Экология и рациональное использование популяции сайгаков Северо-Западного Прикаспия: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.03 – ветеринария и зоотехния, М. 1982. 129 с.
4. Годовой отчет за 2024 г. по учёту и мониторингу численности сайгаков. Алматы: Минэкологии Республики Казахстан, 2024.
5. Каримова Т. Ю., Луцкина А. А. Особенности пространственного размещения и этологической структуры популяции сайгака на территории заказника «Степной» (Астраханская область) // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 2. № 1. С. 73–91.
6. Каримова Т. Ю., Луцкина А. А., Неронов В. М., Пюрвенова Г. Д., Арылов Ю. Н. Биологические особенности популяций сайгака Северо-Западного Прикаспия в периоды разной численности // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 4 (85). С. 51–58.

7. Каримова Т. Ю., Луцкекина А. А., Неронов В. М. Современное состояние и ретроспективный анализ популяций сайгака России и Казахстана // Аридные экосистемы. 2021. Т. 27. № 2 (87). С. 57–67.
8. Красная книга Астраханской области. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2014. 413 с.
9. Красная книга Российской Федерации. Т. 1. Животные. 2-е изд. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1 128 с.
10. Красная книга Республики Калмыкия. Т. 1. Животные. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2013. 200 с.
11. Минприроды России предлагает исключить из Красной книги России две из трёх популяций сайгака. [Электронный ресурс]. URL: <https://kedr.media/news/minprirody-predlagaet-isklyuchit-iz-krasnoj-knigi-rossii-dve-iz-treh-populyacij-sajgaka/> (дата обращения: 07.04.2026).
12. Неронов В. М., Арылова Н. Ю., Дубинин М. Ю., Каримова Т. Ю., Луцкекина А. А. Современное состояние и перспективы сохранения сайгака в северо-западном Прикаспии // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19. № 2. С. 5–14.
13. Опарин М. Л., Мамаев А. Б., Опарина О. С., Сухов С. В. Демографическая структура Волго-Уральской популяции сайгаков (*Saiga tatarica* Linnaeus, 1766), мигрирующих в Саратовское Заволжье // Поволжский экологический журнал. 2025. № 4. С. 452–460.
14. Приказ Минприроды России от 24.03.2020 № 162 «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации».
15. Постановление Правительства РФ от 19.09.2013 № 978 «Об утверждении Перечня особо ценных диких животных и особо ценных водных биологических ресурсов».
16. Распоряжение Минприроды России от 11.08.2021 № 30-р «Об утверждении Стратегии сохранения сайгака в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprirody-Rossii-ot-11.08.2021-N-30-r/> (дата обращения: 26.03.2026).
17. Рожнов В. В., Сальман А. Л., Ячменникова А. А., Луцкекина А. А., Сальман П. А. Автоматизированное выявление и подсчет сайгаков (*Saiga tatarica*) на сверхдетальных спутниковых изображениях с помощью глубоких конволюционных нейронных сетей // Известия РАН. Серия биологическая. 2024. № 5. С. 621–637. DOI: 10.31857/S1026347024050073.
18. Сайгак: филогения, систематика, экология, охрана и использование / под ред. В. Е. Соколова, Л. В. Жирнова. М.: Типография Россельхозакадемии, 1998. 356 с.
19. Сангаджиев М. М., Базырова Э. А., Онкаев В. А., Кедеева О. Ш., Бадма-Халгаева Р. Ю. Проблема опустынивания в Калмыкии: естественные и антропогенные факторы // Экономика строительства. 2022. № 10. С. 39–46.
20. Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире». [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_7407/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7407/) (дата обращения: 26.03.2026).
21. Федеральный закон от 02.07.2013 № 150-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Уголовный кодекс РФ. Статья 258.1.
22. Нацпроект «Экология». Федеральный проект «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма». Распоряжение Правительства РФ от 29.12.2018 № 3157-р.
23. Absatirov G., Smagulov D., Bozymov K., Shalmenov M., Nassambaev Y, Yessengaliyev K., Baitlessova L., Girisgin A. Risks to the Growth, Conservation and Management of the Ural Saiga Population // Diversity. 2025. Vol. 17. 595. <https://doi.org/10.3390/d17090595>.

24. Bonn Sustainability Portal. New international conservation actions for Saiga antelopes. 2021. URL: <https://bonnsustainabilityportal.de> (accessed: 15.03.2026).
25. Campos P., Kristensen T., Orlando L., Sher A., Kholodova M. V., Gotherstrom A., Hofreiter M., Drucker D., Kosintsev P., Tikhonov A., Baryshnikov G., Willerslev E., Gilbert M. Ancient DNA sequences point to a large loss of mitochondrial genetic diversity in the saiga antelope (*Saiga tatarica*) since the Pleistocene // *Molecular Ecology*. 2010. 19 (22). P. 4863–4875. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04826.x.
26. CITES. CoP18 Prop. 2. Proposal to transfer Saiga tatarica from Appendix II to Appendix I. Geneva, 2019.
27. CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III. Geneva, 2024.
28. CITES. Resolution Conf. 12.3 (Rev. CoP19). Permits and certificates. 2022.
29. CITES. Resolution Conf. 12.11 (Rev. CoP19). Standard nomenclature. 2022.
30. CITES. SC78 Doc. 68.1. Saiga antelopes (*Saiga* spp.). Geneva, 2025. URL: <https://cites.org/sites/default/files/documents/E-SC78-68-01.pdf> (accessed: 15.03.2026).
31. CITES-CMS Joint Work Programme. Target species: Saiga antelope. 2021–2025. URL: <https://cites.org> (accessed: 15.03.2026).
32. CMS. Memorandum of Understanding concerning Conservation, Restoration and Sustainable Use of the Saiga Antelope. Bonn, 2006. URL: <https://www.cms.int/document/memorandum-understanding-concerning-conservation-restoration-and-sustainable-use-saiga-0> (accessed: 15.03.2026).
33. CMS. Outcomes of the Fifth Meeting of Signatories to the Saiga MoU. Astana, 2025. URL: <https://saiga.cms.int> (accessed: 15.03.2026).
34. CMS. Saiga Action Plan. Annex to the MoU. Bonn, 2010.
35. CMS Secretariat. Saiga Antelope Memorandum of Understanding: Implementation Guidelines. Bonn: CMS, 2018.
36. Frankfurt Zoological Society. Saiga antelope reclassified from 'Critically Endangered' to 'Near Threatened'. 2023. URL: <https://fzs.org/en/news/saiga-antelope-reclassified-iucn/> (accessed: 15.03.2026).
37. IUCN. Resolution 3.113. Conservation of Saiga antelope. 2004. URL: <https://portals.iucn.org> (accessed: 15.03.2026).
38. IUCN Red List. Saiga tatarica. The IUCN Red List of Threatened Species 2023. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/pdf/233712210> (accessed: 15.03.2026).
39. Kholodova M. V., Milner-Gulland E. J., Easton A. J., Amgalan L., Arylov I.A., Bekenov A., Grachev I. A., Lushchekina A. A., Ryder O. Mitochondrial DNA variation and population structure of the Critically Endangered saiga antelope *Saiga tatarica* // *Oryx*. 2006. Vol. 40. P. 103–107. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0030605306000135>.
40. Pitra C., VazPinto P., O'Keefe B., Willows-Munro S., Vuuren B., Robinson T. Phylogeography and population structure of the saiga antelope // *Molecular Ecology*. 2004. Vol. 13. P. 1899–1908.
41. UN Decade on Restoration. Unprecedented conservation triumph: Saiga antelope reclassified. 2023. URL: <https://www.decadeonrestoration.org/unprecedented-conservation-triumph> (accessed: 15.03.2026).
42. UN News. Central Asian countries agree on saiga conservation measures. 2010. URL: <https://news.un.org/en/story/2010/09/350482> (accessed: 15.03.2026).
43. WCS Mongolia. Strengthening the Future of Saiga Antelope. 2025. URL: <https://mongolia.wcs.org> (accessed: 15.03.2026).

44. Wilson D. E., Reeder D. M. (eds.). Mammal Species of the World. 3rd ed. Baltimore: JHU Press, 2005.

45. Zhao S. S., Xu C. Q., Liu G. Microsatellite and mitochondrial DNA assessment of the genetic diversity of captive Saiga antelopes (*Saiga tatarica*) in China // Chinese Science Bulletin. 2013. Vol. 58, N 18. P. 2163–2167. DOI: 10.1007/s11434-013-5812-4.

## References

1. Arylova, N. Yu. (2009) Ecology of the saiga antelope (*Saiga tatarica tatarica* L., 1766) on the territory of the North-Western Caspian region under conditions of population depression (on the example of the Chernye Zemli ecoregion): abstract of the dissertation of the Candidate of Science biol. nauk: 03.00.16 – ekologiya, Rostov-on-Don. 24 p. (In Russian).
2. Bannikov, A. G., Zhirnov, L. V., Lebedeva, L. S. & Fandeev, A. A. (1961) Biology of the saiga antelope, Moscow: MSU Publishing House. 336 p. (In Russian).
3. Bliznyuk, A. I. (1982) Ecology and rational use of the saiga population in the North-Western Caspian region: dis. ... cand. biol. nauk: 06.02.03 – veterinary medicine and zootechnics, Moscow. 129 p. (In Russian).
4. Annual report for 2024 on accounting and monitoring of the saiga population (2024). Almaty: Ministry of Ecology of the Republic of Kazakhstan. (In Russian).
5. Karimova, T. Yu. & Lushchekina, A. A. (2018) Features of spatial distribution and ethological structure of the saiga population in the Steppe Nature Reserve (Astrakhan region). *Ecosystems: ecology and dynamics*. 2(1), 73–91. (In Russian).
6. Karimova, T. Yu., Lushchekina, A. A., Neronov, V. M., Pyurvenova, G. D. & Arylov, Yu. N. (2020) Biological features of saiga populations in the North-Western Caspian region during periods of different abundance. *Arid ecosystems*. 26, 4 (85), 51–58. (In Russian).
7. Karimova, T. Yu., Lushchekina, A. A. & Neronov, V. M. (2021) Modern state and retrospective analysis of saiga populations in Russia and Kazakhstan. *Arid ecosystems*. 27, 2 (87), 57–67. (In Russian).
8. *Red Data Book of the Astrakhan region* (2014). Astrakhan: Publishing House "Astrakhan University". 413 p. (In Russian).
9. *Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii* [Red Book of the Russian Federation] (2021). 2nd ed. Moscow: FGBU "VNII Ekologiya". 1128 p. (In Russian).
10. *Krasnaya kniga Respubliki Kalmykiya* [Red Book of the Republic of Kalmykia] (2013). Elista: ZAO "NPP "Dzhangar". 200 p. (In Russian).
11. Kedr.media (2025) *The Ministry of Natural Resources and Environment of Russia proposes to exclude two out of three saiga populations from the Red Data Book of Russia*. Retrieved from: <https://kedr.media/news/minprirody-predlagaet-isklyuchit-iz-krasnoj-knigi-rossii-dve-iz-treh-populyacij-sajgaka/> (date of application: 07.04.2026). (In Russian).
12. Neronov, V. M., Arylova, N. Yu., Dubinin, M. Yu., Karimova, T. Yu. & Lushchekina, A. A. (2013) Sovremennoe sostoyanie i perspektivy sokhraneniya saiga v severo-zapadnom Prikaspii [Current state and prospects of saiga conservation in the North-Western Caspian region]. *Arid ecosystems*. 19 (2), 5–14. (In Russian).
13. Oparin, M. L., Mamaev, A. B., Oparina, O. S. & Sukhov, S. V. (2025) Demographic structure of the Volga-Ural saiga population (*Saiga tatarica* Linnaeus, 1766) migrating to the Saratov Zavolzhye. *Povolzhsky ekologicheskiy zhurnal = Povolzhskiy Journal of Ecology*. 4, 452–460. (In Russian).
14. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 162 dated 24.03.2020 "On approval of the List of wildlife objects listed in the Red Book of the Russian Federation". (In Russian).
15. Decree of the Government of the Russian Federation No. 978 of 19.09.2013 "On approval of the List of Especially Valuable wild animals and especially valuable aquatic biological resources". (In Russian).

16. Rulaws.ru (2021) Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 30-r dated 11.08.2021 "On Approval of the Saiga Conservation Strategy in the Russian Federation". Retrieved from: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprirody-Rossii-ot-11.08.2021-N-30-r/> (date of application: 26.03.2026). (In Russian).
17. Rozhnov, V. V., Salman, A. L., Yachmennikova, A. A., Lushchekina, A. A. & Salman, P. A. (2024) Automated identification and counting of saiga tatarica on ultra-detailed satellite images using deep convolutional neural networks. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya*. 5, 621–637, DOI: 10.31857/S1026347024050073. (In Russian).
18. Saiga antelope: phylogeny, systematics, ecology, protection and use / edited by V. E. Sokolov, L. V. Zhirnov, Moscow: Tipografiya Rosselkhoz nadzor, 1998, 356 p. (In Russian).
19. Sangadjiev, M. M., Bazyrova, E. A., Onkaev, V. A., Kedeeva, O. Sh. & Badma-Khalgaeva, R. Yu. (2022) The problem of desertification in Kalmykia: natural and anthropogenic factors. *Construction economics*. 10, 39–46. (In Russian).
20. Consultant.ru. Federal Law No. 52-FZ of 24.04.1995 "On the Animal World". Retrieved from: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_7407/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7407/) (date of application: 26.03.2026). (In Russian).
21. Federal Law No. 150-FZ of 02.07.2013 "On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation". Criminal Code of the Russian Federation. Article 258.1. (In Russian).
22. National Project "Ecology". Federal project "Conservation of biological diversity and development of ecological tourism". Decree of the Government of the Russian Federation No. 3157-r of 29.12.2018. (In Russian).
23. Absatirov, G., Smagulov, D., Bozymov, K., Shalmenov, M., Nassambaev, Y., Yessengaliyev, K., Baitlessova, L. & Girisgin, A. (2025) Risks to the Growth, Conservation and Management of the Ural Saiga Population. *Diversity*. 17, 595. <https://doi.org/10.3390/d17090595>. (In English).
24. Bonn Sustainability Portal. New international conservation actions for Saiga antelopes. 2021. Retrieved from: <https://bonnsustainabilityportal.de> (date of application: 15.03.2026). (In English).
25. Campos, P., Kristensen, T., Orlando, L., Sher, A., Kholodova, M. V., Gotherstrom, A., Hofreiter, M., Drucker, D., Kosintsev, P., Tikhonov, A., Baryshnikov, G., Willerslev, E. & Gilbert, M. (2010) Ancient DNA sequences point to a large loss of mitochondrial genetic diversity in the saiga antelope (*Saiga tatarica*) since the Pleistocene. *Molecular Ecology*. 19, 4863–4875. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04826.x. (In English).
26. CITES (2019). CoP18 Prop. 2. Proposal to transfer *Saiga tatarica* from Appendix II to Appendix I. Geneva. (In English).
27. CITES (2024). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III. Geneva. (In English).
28. CITES (2022). Resolution Conf. 12.3 (Rev. CoP19). Permits and certificates. (In English).
29. CITES (2022). Resolution Conf. 12.11 (Rev. CoP19). Standard nomenclature. (In English).
30. CITES (2025). SC78 Doc. 68.1. Saiga antelopes (*Saiga* spp.). Geneva. Retrieved from: <https://cites.org/sites/default/files/documents/E-SC78-68-01.pdf> (accessed: 15.03.2026). (In English).
31. CITES-CMS Joint Work Programme. Target species: Saiga antelope. 2021–2025. Retrieved from: <https://cites.org> (accessed: 15.03.2026). (In English).
32. CMS (2006). Memorandum of Understanding concerning Conservation, Restoration and Sustainable Use of the Saiga Antelope. Bonn. Retrieved from: <https://www.cms.int/document/memorandum-understanding-concerning-conservation-restoration-and-sustainable-use-saiga-0> (accessed: 15.03.2026). (In English).
33. CMS (2025). Outcomes of the Fifth Meeting of Signatories to the Saiga MoU. Astana. Retrieved from: <https://saiga.cms.int> (accessed: 15.03.2026). (In English).

34. CMS (2010). Saiga Action Plan. Annex to the MoU. Bonn. (In English).
35. CMS Secretariat (2018). Saiga Antelope Memorandum of Understanding: Implementation Guidelines. Bonn: CMS. (In English).
36. Frankfurt Zoological Society (2023). Saiga antelope reclassified from 'Critically Endangered' to 'Near Threatened'. Retrieved from: <https://fzs.org/en/news/saiga-antelope-reclassified-iucn/> (accessed: 15.03.2026). (In English).
37. IUCN (2004) Resolution 3.113. Conservation of Saiga antelope. Retrieved from: <https://portals.iucn.org> (accessed: 15.03.2026). (In English).
38. IUCN Red List (2023). Saiga tatarica. The IUCN Red List of Threatened Species 2023. Retrieved from: <https://www.iucnredlist.org/species/pdf/233712210> (accessed: 15.03.2026). (In English).
39. Kholodova, M. V., Milner-Gulland, E. J., Easton, A. J., Amgalan, L., Arylov, I.A., Bekenov, A., Grachev, I. A., Lushchekina, A. A. & Ryder O. (2006) Mitochondrial DNA variation and population structure of the Critically Endangered saiga antelope *Saiga tatarica*. *Oryx*. 40, 103–107. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0030605306000135>. (In English).
40. Pitra, C., VazPinto, P., O’Keeffe, B., Willows-Munro, S., Vuuren, B. & Robinson T. (2004) Phylogeography and population structure of the saiga antelope. *Molecular Ecology*. 13, 1899–1908. (In English).
41. UN Decade on Restoration (2023) Unprecedented conservation triumph: Saiga antelope reclassified. Retrieved from: <https://www.decadeonrestoration.org/unprecedented-conservation-triumph> (accessed: 15.03.2026). (In English).
42. UN News (2010) Central Asian countries agree on saiga conservation measures. Retrieved from: <https://news.un.org/en/story/2010/09/350482> (accessed: 15.03.2026). (In English).
43. WCS Mongolia (2025). Strengthening the Future of Saiga Antelope. Retrieved from: <https://mongolia.wcs.org> (accessed: 15.03.2026). (In English).
44. Wilson, D. E., Reeder, D. M. (eds.) (2005). Mammal Species of the World. 3rd ed. Baltimore: JHU Press. (In English).
45. Zhao, S. S., Xu, C. Q. & Liu, G. (2013) Microsatellite and mitochondrial DNA assessment of the genetic diversity of captive Saiga antelopes (*Saiga tatarica*) in China. *Chinese Science Bulletin*. 58 (18), 2163–2167, DOI: 10.1007/s11434-013-5812-4. (In English).

Поступила в редакцию 26.03.2026 г.

**Alekseeva A. A. Proposals of the Scientific Body of CITES of the Russian Federation – Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Ecology" on changing the status of the saiga antelope (*Saiga tatarica* L.).** – This article presents scientifically substantiated proposals from the Scientific Authority of the Russian Federation's CITES (VNIИ Ecology) to change the conservation status of the saiga antelope (*Saiga tatarica* L.). Based on a comprehensive analysis, a decision-making algorithm has been developed that ensures a balance between species conservation and the flexibility of international regulation. The paper substantiates the saiga's conservation position in CITES Appendix II with a zero export quota, and proposes a differentiated assessment of the status of isolated and transboundary populations in the Red Data Book of the Russian Federation. Particular attention is paid to the integration of biological indicators into management models (NDF, population viability assessment) and the procedural correctness of changes.

**Keywords:** saiga antelope, *Saiga tatarica* L., CITES, Red Data Book of the Russian Federation, population monitoring, genetic structure, spatial modeling, NDF, international cooperation.

**Алексеева Аюна Александровна**

кандидат биологических наук  
ведущий научный сотрудник, заведующий  
лабораторией «СИТЕС»,  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
охраны окружающей среды (ФГБУ ВНИИ Экология),  
г. Москва, РФ.

e-mail: [a.alekseeva@vniiecolgy.ru](mailto:a.alekseeva@vniiecolgy.ru)

ORCID: 0009-0009-1220-811X

SPIN-код: 7346-7699

AuthorID: 181794

**Alekseeva Ayuna Aleksandrovna**

PhD,  
Leading Researcher, Head of the CITES Laboratory,  
All-Russian Research Institute for Environmental  
Protection (FGBU VNIИ Ekologiya),  
Moscow, Russian Federation.

© А. А. Тищенко

## СТРУКТУРА ГНЕЗДОВОЙ ОРНИТОФАУНЫ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ ТИРАСПОЛЯ В 2025 ГОДУ

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»,  
Приднестровская Молдавская Республика, 3300, г. Тирасполь, ул. Покровская, д. 128

**Тищенко А. А. Структура гнездовой орнитофауны селитебной зоны Тирасполя в 2025 году.** – В 2025 году в селитебной зоне г. Тирасполя было зарегистрировано гнездование 43 видов птиц, относящихся к 6 отрядам и 17 семействам (отряд Passeriformes – 79,1 % видов). Суммарная плотность населения птиц составляла 2 597,5 пар/км<sup>2</sup>. Доминировали *Passer domesticus*, *Columba livia* и *Apus apus*. К субдоминантам относились 11 видов: *Passer montanus*, *Delichon urbica*, *Sturnus vulgaris*, *Chloris chloris*, *Hirundo rustica*, *Phoenicurus phoenicurus* и др. Наиболее распространены в жилой зоне города: *Columba livia*, *Streptopelia decaocto*, *Apus apus*, *Dendrocopos syriacus*, *Hirundo rustica*, *Oriolus oriolus*, *Sturnus vulgaris*, *Pica pica*, *Corvus cornix*, *Sylvia atricapilla*, *Sylvia curruca*, *Parus major*, *Passer domesticus* и *Passer montanus*, *Chloris chloris*, *Carduelis carduelis*, *Acanthis cannabina*, *Asio otus*, *Muscicapa striata*, *Phoenicurus ochruros* и *Phoenicurus phoenicurus*. В 2025 году отмечено гнездование 2-х новых видов для селитебной зоны Тирасполя – *Hippolais icterina* и *Ficedula albicollis*. Преобладали птицы, относящиеся к европейскому и транспалеарктическому типам фауны, неморальному и пустынно-горному ландшафтно-генетическим фаунистическим комплексам, дендрофилы и склерофилы, энтомофаги и фитофаги, а также дуплогнездники-домушники.

**Ключевые слова:** птицы, Тирасполь, селитебная зона, гнездование, видовой состав, численность, эколого-фаунистическая структура.

### Введение

Современный город – сложная система, включающая в себя комплекс антропогенных и некоторых природных биотопов [19]. Основной ассоциацией любого города является селитебная зона, изучению орнитофауны которой должно уделяться приоритетное внимание.

Гнездящиеся птицы являются ядром фауны, имеют наибольшее значение в формировании местных биоценозов, хозяйственной практике и зоогеографическом анализе ПМР[3], их гнездование в урбанизированном ландшафте является подтверждением наличия устойчивой экологической связи того или иного вида с этой территорией [14].

Орнитофауна г. Тирасполя во времена СССР оставалась слабо изученной. В статье А. И. Мунтяну [11] приводится список из 108 видов птиц, встреченных в 1964–70-х годах в г. Тирасполе и его окрестностях. К сожалению, автором был дан общий список птиц для города и его окрестностей, поэтому трудно судить о том, какие виды гнездились тогда непосредственно в городе, а какие – в его окрестностях. Перечень из 28 видов птиц, зарегистрированных на зимовке в г. Тирасполе в конце 60-х гг. XX-го века, был представлен в работе А. А. Перевалова и А. И. Мунтяну [13]. Некоторая фрагментарная информация о птицах города содержится в работах И. М. Гани [4], И. М. Гани и Н. И. Зубкова [5].

Целенаправленное изучение орнитофауны различных ассоциаций и фаций [19] города Тирасполя началось в конце XX-го века, при этом первые количественные учеты птиц в селитебной зоне были проведены в 1998–1999 годах [16]. Учеты гнездовой орнитофауны селитебной зоны проводились также в 2007, 2012, 2017 и 2019 годах [21].

### Материал и методы исследования

В 1998–2019 годах учеты птиц проводились на 6 постоянных маршрутах в различных спальных районах города, захватывающих участки многоэтажных домов, индивидуальной застройки, скверы и др.:

маршрут № 1 – «перекресток ул. К. Маркса / переулок Энгельса → ул. К. Маркса → ул. Шевченко → ул. Восстания → ул. Луначарского → ул. Горького → перекресток ул. Горького / ул. Ленина», длина маршрута (дл. мар.) 2,66 км;

маршрут № 2 – «ул. Правды / ул. К. Маркса → ул. К. Маркса → Военный госпиталь», дл. мар. 2 км;

маршрут № 3 – «ул. Ленина / ул. 1 Мая → ул. 1 Мая → пер. Тимирязева → «березовая аллея» → территория ПНИИСХ / с. Суклея», дл. мар. 1,55 км;

маршрут № 4 – «ул. 95-й Молдавской дивизии → ул. Куйбышева → ул. Куйбышева / ул. Мечникова», дл. мар. 1,2 км;

маршрут № 5 – «СШ № 7 → пер. Восстания → ул. Одесская → ул. Мира → пер. Восточный → ул. С. Лозо → ул. Краснодонская → ул. Каховская, 19 → общежитие № 4 ХБК → Министерство сельского хозяйства (ул. Юности, 58/3)», дл. мар. 2,5 км;

маршрут № 6 – «ул. Ленина / ул. 1 Мая → ул. 1 Мая → ул. Луначарского → ул. Свердлова → ул. Ленина → ул. 9 Января → ул. Шевченко → ул. Восстания → ул. Восстания / ул. Ленина», дл. мар. 2,66 км. Общая протяженность маршрутов составляла 11,56 км.

В микрорайоне «Южный» (ул. Ларионова), в последние годы, началась интенсивная застройка бывшего пустыря многоэтажными домами и коттеджами. Поэтому мы посчитали оправданным добавить к прежним маршрутам еще один участок, захватывающий эти «новострой»: маршрут № 7 – «ул. Ленина / ул. Ларионова → ул. Ларионова → ул. Одесская / пер. Плавневый», дл. мар. 0,95 км. Таким образом, общая протяженность маршрутов в 2025 году составила 12,51 км.

В качестве методической основы при проведении количественных маршрутных учетов были взяты работы А. П. Кузьякина [10] и В. И. Щеголева [24]. Расчет обилия птиц проводился по формуле, предложенной Р. Л. Наумовым (1965), цит. по В. И. Щеголеву [24]. Дальность обнаружения большинства видов в гнездовой период составляла 30–100 м, активность видов (процент учтенных пар) – 60–70 % (табл.), наблюдения велись в апреле–июне. Осуществлялись также ночные выходы для обнаружения сов (Strigiformes). Обилие обыкновенной пустельги *Falco tinnunculus* Linnaeus, 1758 и грача *Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758 рассчитывалось исходя из количества пар, зарегистрированных в селитебной зоне на всю ее площадь (13,72 км<sup>2</sup> [9]).

Доминантами по обилию считались виды, доля участия которых в населении по суммарным показателям составляла 10 % и более (индекс доминирования –  $Di > 10$ ) [10], субдоминантами – виды, индекс доминирования которых находился в пределах от 1 до 9. Расчет индексов разнообразия Шеннона, выравнивания распределения особей Пиелу, концентрации Симпсона производился по формулам, представленным в работе В. Д. Захарова [6]. Типы фауны птиц приведены по Б. К. Штегману [23]. Распределение видов по экологическим группировкам, а также ландшафтно-генетическим фаунистическим комплексам производилось на основе работы В. П. Белика [3]. Принадлежность к трофическим группам и ярусам гнездования определялись с учетом данных Ю. В. Аверина и др. [1, 2], В. П. Белика [3], М. Е. Никифорова с соавт. [12] (табл.).

### Результаты и обсуждение

В 2025 году в селитебной зоне Тирасполя было зарегистрировано гнездование 43 видов птиц (табл.).

Таблица

#### Качественный, количественный состав и характеристика птиц, гнездившихся в селитебной зоне Тирасполя в 2025 году

Вид	пар/км <sup>2</sup>	<i>d</i>	<i>A</i>	ТФ	ЛГФК	ЭГ	ЯГ	ТГ
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
<i>Falco tinnunculus</i>	<b>0,4</b>	–	–	Тр	Троп	Ск	ДД	Х
<i>Columba palumbus</i>	<b>11,7</b>	80	60	Е	ЛС	Д	КК	Ф
<i>Columba livia</i>	<b>452,3</b>	50	60	Ср	ПГ	Ск	ДД	Ф
<i>Streptopelia decaocto</i>	<b>40,9</b>	100	60	?	Троп	Д	КК	Ф

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Asio otus</i>	6,7	100	60	Г	Дрлс	Д	КК	Х
<i>Otus scops</i>	3,0	100	60	Е	Нем	Д	ДД	Э
<i>Athene noctua</i>	3,8	100	60	Мн	ПГ	Ск	ДД	Х
<i>Apus apus</i>	398,4	100	60	Е	ПГ	Ск	ДД	Э
<i>Jynx torquilla</i>	2,8	100	60	Тр	Дрнем	Д	ДД	Э
<i>Dendrocopos syriacus</i>	17,6	100	60	Ср	Субср	Д	ДД	Э
<i>Hirundo rustica</i>	77,7	30	60	Тр	ПГ	Ск	ДД	Э
<i>Delichon urbica</i>	100,6	50	60	Тр	ПГ	Ск	ДД	Э
<i>Motacilla alba</i>	20,0	30	60	Тр	Бор	Ск	ДД	Э
<i>Lanius collurio</i>	22,3	30	60	Тр	ЛС	Д	КК	Э
<i>Oriolus oriolus</i>	11,2	100	60	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Sturnus vulgaris</i>	86,5	60	70	Е	ПГ	Ск	ДД	ФЭ
<i>Pica pica</i>	14,6	100	60	Е	Дрлс	Д	КК	В
<i>Corvus monedula</i>	3,3	100	60	Тр	ПГ	Ск	ДД	В
<i>Corvus frugilegus</i>	11,8	–	–	Е	Дрлс	Д	КК	В
<i>Corvus cornix</i>	14,4	80	60	Е	ЛС	Д	КК	В
<i>Hippolais icterina</i>	1,0	80	60	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Sylvia atricapilla</i>	14,2	80	60	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Sylvia communis</i>	6,1	50	70	Е	Субср	Д	КК	Э
<i>Sylvia curruca</i>	16,5	50	70	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Phylloscopus collybita</i>	3,3	100	60	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Ficedula albicollis</i>	1,6	50	60	Е	Нем	Д	ДД	Э
<i>Muscicapa striata</i>	25,5	30	60	Е	Нем	Д	ДД	Э
<i>Oenanthe oenanthe</i>	12,0	30	60	Тр	ПГ	Ск	ДД	Э
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	51,9	50	60	Е	Нем	Д	ДД	Э
<i>Phoenicurus ochruros</i>	31,9	80	60	Мн	ПГ	Ск	ДД	Э
<i>Erithacus rubecula</i>	5,2	50	60	Е	Нем	Д	Наз	Э
<i>Luscinia luscinia</i>	1,6	150	60	Е	Нем	Д	Наз	Э
<i>Turdus merula</i>	5,1	150	60	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Turdus philomelos</i>	0,6	150	60	Е	Нем	Д	КК	Э
<i>Parus caeruleus</i>	6,0	30	60	Е	Нем	Д	ДД	Э
<i>Parus major</i>	47,9	80	60	Е	Нем	Д	ДД	Э
<i>Sitta europaea</i>	3,7	50	60	Сиб	Дрнем	Д	ДД	Э
<i>Passer domesticus</i>	665,3	30	60	Тр	ПГ	Ск	ДД	Ф
<i>Passer montanus</i>	239,6	30	60	Тр	ПГ	Ск	ДД	Ф
<i>Fringilla coelebs</i>	6,4	80	60	Е	Нем	Д	КК	ФЭ
<i>Chloris chloris</i>	79,7	50	60	Е	ЛС	Д	КК	Ф
<i>Carduelis carduelis</i>	27,7	60	70	Е	ЛС	Д	КК	Ф
<i>Acanthis cannabina</i>	44,7	50	60	Е	ЛС	Д	КК	Ф
<b>Плотность</b>	<b>2597,5</b>							
<b>Число видов</b>	<b>43</b>							
<b>Индекс Шеннона (H1)</b>	<b>2,26</b>							
<b>Индекс Пиелу (E)</b>	<b>0,60</b>							
<b>Индекс Симпсона (C)</b>	<b>0,13</b>							

Примечание: *d* – дальность обнаружения (м), *A* – активность вида (% учетных пар); **ТФ** – типы фауны (Е – европейский, Тр – транспалеарктический, Г – голарктический, Ср – средиземноморский, Сиб – сибирский, Мн – монгольский, ? – неясного происхождения); **ЛГФК** – ландшафтно-генетические фаунистические комплексы (Нем – неморальный, Дрнем – древне-неморальный, ЛС – лесостепной, Дрлс – древне-лесостепной, Троп – тропический, ПГ – пустынно-горный, Субср – субсредиземноморский, Бор –

бореальный); ЭГ – экологические группировки (Д – дендрофильная, Ск – склерофильная); ЯГ – ярус (способ гнездования (КК – кронники – птицы, гнездящиеся в кронах деревьев и кустарников, ДД – дуплогнезники и «дуплогнезники-домушники» – птицы, гнездящиеся в естественных дуплах и/или в/на строениях человека, Наз – наземногнездящиеся); ТГ – трофические группы (Э – энтомофаг, ФЭ – фито-энтомофаг, Ф – фитофаг, В – эврифаг (всеядный), Х – хищник).

Доминантами в гнездовом орнитонаселении в 2025 году были домовый воробей *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) ( $D_i = 25,6$ ), сизый голубь *Columba livia* Gmelin, 1789 ( $D_i = 17,4$ ) и черный стриж *Apus apus* (L., 1758) ( $D_i = 15,3$ ). К субдоминантам относились 11 видов: полевой воробей *Passer montanus* (Linnaeus, 1758), воронок *Delichon urbica* (Linnaeus, 1758), обыкновенный скворец *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758, обыкновенная зеленушка *Chloris chloris* (Linnaeus, 1758), деревенская ласточка *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758, обыкновенная горихвостка *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758), большая синица *Parus major* Linnaeus, 1758, коноплянка *Acanthis cannabina* (Linnaeus, 1758), кольчатая горлица *Streptopelia decaocto* (Frisvaldszky, 1838), горихвостка-чернушка *Phoenicurus ochruros* (S. G. Gmelin, 1774) и черноголовый щегол *Carduelis carduelis* (Linnaeus, 1758).

Население птиц жилой зоны в 2025 году было более уравновешенным (индексы Пиелу и Симпсона), чем, например, в 2019 году [21].

Большинство видов птиц, обитающих в селитебной зоне города, относились к европейскому типу фауны (рис. 1), но в формировании орнитонаселения они уступали первую позицию транспалеарктам (рис. 2). В связи с очень низкой долей участия в орнитонаселении видов, относящихся к сибирскому (0,1 %) и голарктическому (0,3 %) типам фауны, при построении диаграммы (рис. 2) эти значения не использовались.

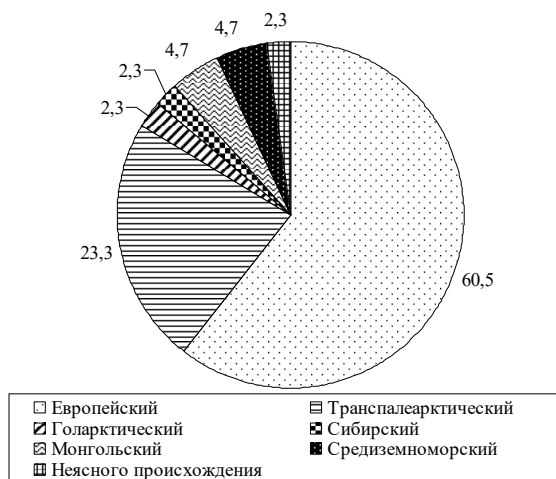


Рис. 1. Соотношение типов фауны по числу видов птиц (%)

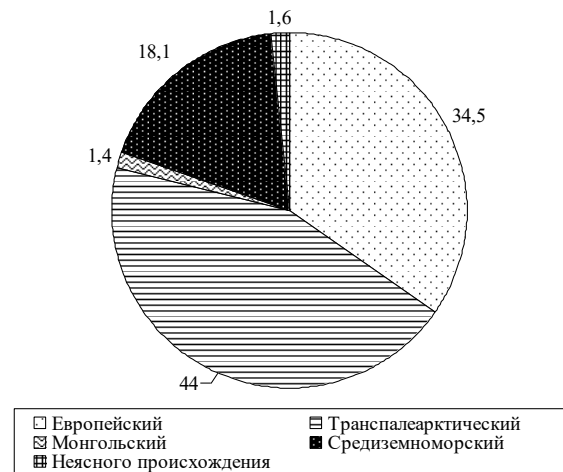


Рис. 2. Соотношение типов фауны по обилию птиц (%)

Хорошо озелененная жилая зона города обеспечивает относительно высокое видовое разнообразие неморальных и лесостепных дендрофилов (рис. 3, 5). В то же время, постройки человека – аналоги природных обнажений геологических пород, наряду с другими факторами, создают оптимальные условия для гнездования птиц, относящихся к склерофильной экологической группировке и пустынно-горному ландшафтно-генетическому комплексу, которые абсолютно доминируют в орнитонаселении селитебной зоны (рис. 4, 6). В связи с очень низкой долей участия в орнитонаселении, видов, относящихся к древне-неморальному (0,2 %), бореальному (0,8 %) и субсредиземноморскому (0,9 %) ландшафтно-генетическим комплексам, при построении диаграммы 4 эти значения не использовались.

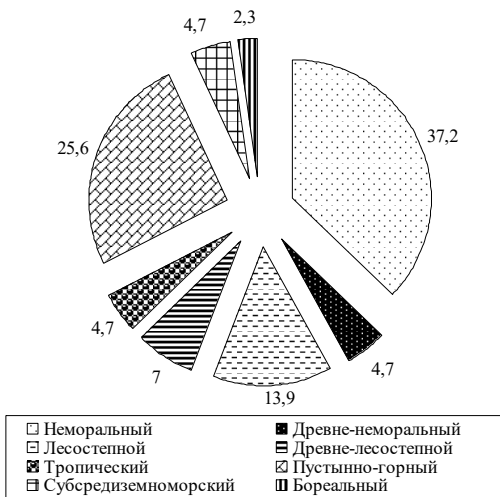


Рис. 3. Соотношение ландшафтно-генетических фаунистических комплексов по числу видов (%)

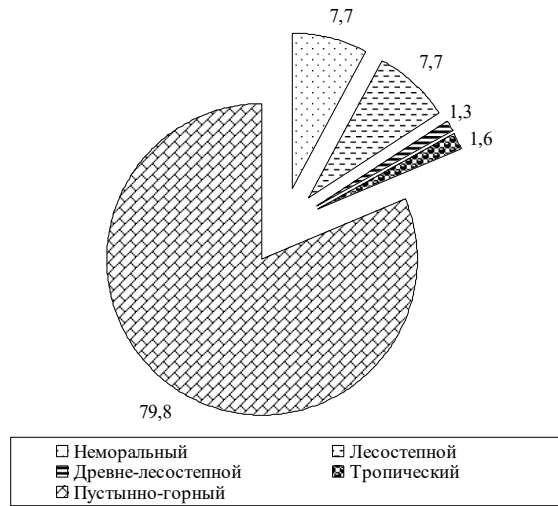


Рис. 4. Соотношение ландшафтно-генетических фаунистических комплексов по обилию птиц (%)

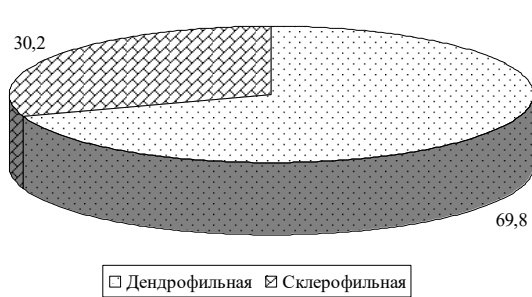


Рис. 5. Соотношение экологических групп по числу видов птиц (%)

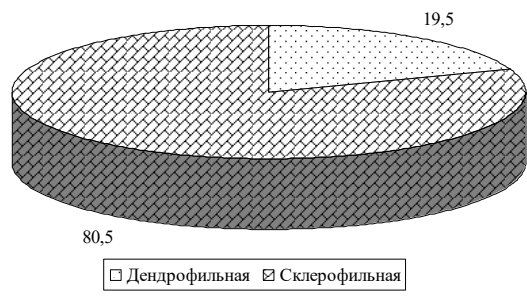


Рис. 6. Соотношение экологических групп по обилию птиц (%)

Как в фауне, так и, особенно, в населении птиц спальных районов Тирасполя в 2025 году преобладали виды, относящиеся к условной группе «дуплогнездников-домушников» (рис. 7, 8).

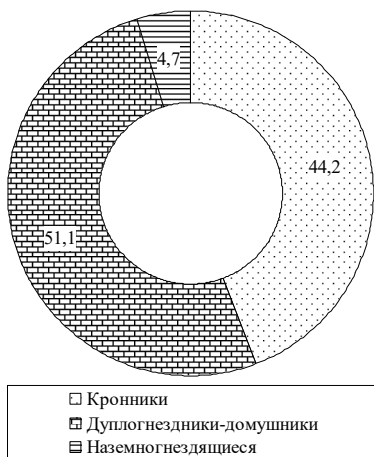


Рис. 7. Соотношение (%) групп птиц по способу гнездования (по числу видов)

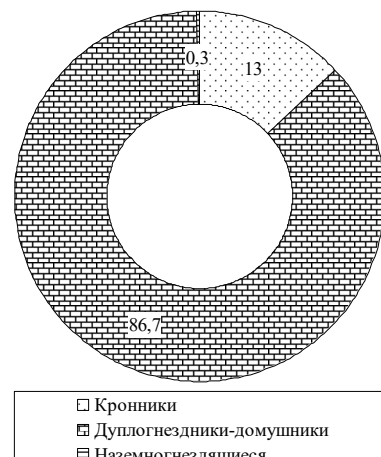


Рис. 8. Соотношение (%) групп птиц по способу гнездования (по обилию)

По количеству видов в ассоциации наиболее представлена трофическая группа энтомофагов (рис. 9). По обилию здесь преобладают фитофаги, на втором месте – энтомофаги (рис. 10). В связи с очень низкой долей хищников (0,3 %), при построении диаграммы 10 это значение не использовалось.

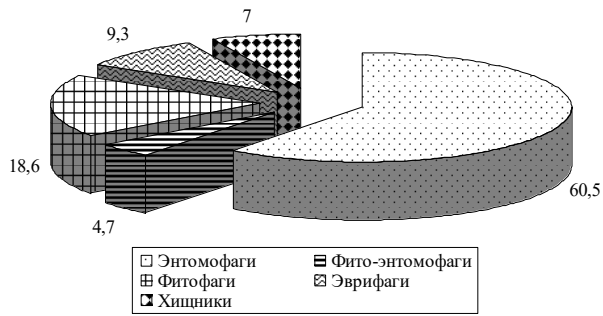


Рис. 9. Соотношение трофических групп по числу видов птиц (%)

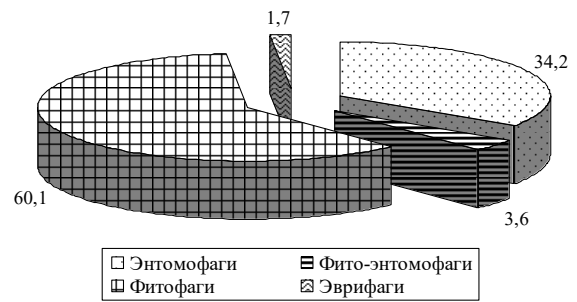


Рис. 10. Соотношение трофических групп по обилию птиц (%)

Видовой и количественный состав птиц, гнездящихся в жилых зонах городов, зависит от ряда антропогенных и естественных факторов. Структура древесно-кустарниковой флоры играет основополагающую роль в формировании населения дендрофильных птиц. Тип, архитектурные особенности построек и материал, из которого они созданы, имеют большое значение для большинства склерофильных и ряда других видов птиц. Отношение к птицам жителей города, в том числе круглогодичная подкормка, способствует увеличению численности некоторых видов (сизого голубя, большой синицы).

В жилой зоне города в 2025 году отмечено гнездование 5 пар обыкновенной пустельги: на чердаке недействующего предприятия «Олимп» (ул. Ленина, 1, где впервые в городе начали гнездиться эти соколки (рис. 11) в 2015 году, ежегодно, с тех пор, там размножались 1–2 пары); ул. Ларионова, 46 (1 пара); ул. 1 Мая, 42 (1 пара); ул. Милева, 34 (1 пара); мкр. «Западный» (1 пара).



Рис. 11. Самец пустельги *Falco tinnunculus* после передачи добычи подруге, снова летит на охоту (фото В. А. Марарескула). Самка сидит на краю вентиляционного отверстия чердака фирмы «Олимп»

За прошедшие несколько лет, в городе существенно активизировался процесс расселения вяхря *Columba palumbus* Linnaeus, 1758 (в 2025 году он зарегистрирован на всех маршрутах). По сравнению с 2017, 2019 годами его обилие выросло почти в десять раз, однако этология вяхря еще сохраняет «природный» характер, в частности, эти голуби

летают кормиться за пределы города, а не собирают корм на тротуарах под ногами у прохожих, как, например, в Ливадии на Южном берегу Крыма (личные наблюдения 1989 года). Продолжает расти численность сизых голубей, что обусловлено пагубной «модой» на их подкормку. Но, если в конце 80-х – начале 90-х годов места подкормки (в основном в районах 5-ти этажной застройки) посещали также кольчатые горлицы и домовые воробьи, то сейчас последним не достается ничего, сизые голуби стали агрессивными как между собой, так и к другим птицам.

Ушастая сова *Asio otus* (Linnaeus, 1758) и сплюшка *Otus scops* (Linnaeus, 1758) хоть и малочисленны, но относительно равномерно распределены в селитебной зоне. Для обоих видов заметны положительные популяционные тенденции. Что касается сплюшки – вида, включенного в Красную книгу ПМР [7, 8], то, учитывая оптимистичные тренды природных популяций и активный процесс освоения урбанизированного ландшафта, будем надеяться, что в 3-е издание республиканской Красной книги этот вид уже не войдет. Домовые сычи *Athene noctua* (Scopoli, 1769) распространены в основном по окраинам города. Особенно много сычей в микрорайоне «Южный». Эти полностью оседлые птицы из года в год гнездятся в одних и тех же местах. Например, в нише над торцовым балконом верхнего этажа нашего 5-ти этажного дома (ул. Ленина, 5) пара сычей живет уже около 10 лет.

Вертишейка *Jynx torquilla* Linnaeus, 1758, жулан *Lanius collurio* Linnaeus, 1758, серая славка *Sylvia communis* Latham, 1787, зарянка *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758), соловей *Luscinia luscinia* (Linnaeus, 1758), черный дрозд *Turdus merula* Linnaeus, 1758, певчий дрозд *Turdus philomelos* C. L. Brehm, 1831 и лазоревка *Parus caeruleus* Linnaeus, 1758 обитали, в основном, в фации индивидуальной застройки юго-западной и юго-восточной окраин города. Самыми широко распространенными дендрофилами (зарегистрированы на всех маршрутах) являлись: кольчатая горлица (несмотря на продолжающееся сокращение численности), сирийский дятел *Dendrocopos syriacus* (Hemprich et Ehrenberg, 1833), иволга *Oriolus oriolus* (Linnaeus, 1758), сорока *Pica pica* (Linnaeus, 1758), серая ворона *Corvus cornix* Linnaeus, 1758, черноголовая славка *Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758), славка-завирушка *Sylvia curruca* (Linnaeus, 1758), большая синица, зеленушка, щегол и коноплянка. Весьма распространенными также были: ушастая сова, серая мухоловка *Muscicapa striata* (Pallas, 1764) и обыкновенная горихвостка (они не встречались только в зоне «новостроев» мкр. «Южный», маршрут № 7). Пеночка-теньковка *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817) зарегистрирована на пяти маршрутах из семи. Возможно, из-за проводимой в последние годы регулярной косьбы травы в селитебной зоне, с 2017 года наблюдается существенное сокращение обилия зяблика *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758, хотя следует отметить, что численность других вьюрковых (Fringillidae) остается относительно стабильной или даже возрастает.

В 2025 году в селитебную зону вернулись галки *Corvus monedula* Linnaeus, 1758. Учены 3 пары, две – в мкр. «Южный» и одна – на территории жилого комплекса сельхозинститута (ул. Мира, 50). В начале 90-х годов XX-го века галки покинули селитебную зону города. Однако они сохраняли репродуктивную популяцию в промышленной зоне Тирасполя, как на рубеже веков [17], так и донныне. В 2022–2025 годах в городе отмечено значительное сокращение численности репродуктивной популяции грача. Так, в 2025 году в селитебной зоне Тирасполя учтены лишь 162 гнезда (5 колоний), а в 2019 году здесь было зарегистрировано 361 гнездо (10 колоний) [20].

В старом сквере на территории ПНИИСХа (ул. Мира, 50) отмечено гнездование 2-х новых видов для спального района города – зеленой пересмешки *Hippolais icterina* (Vieillot, 1817) и мухоловки-белошейки *Ficedula albicollis* (Temminck, 1815). В этом же сквере в 2016 году впервые зарегистрировано размножение поползня *Sitta europaea caesia* Wolf, 1810, который продолжает расселяться по селитебной зоне города (в 2025 году он был учтен также на маршрутах № 2 и № 5).

Разумеется, в зоне застройки города, большинство склерофилов широко распространены и многочисленны. На всех маршрутах были учтены: сизый голубь, черный

стриж, деревенская ласточка, обыкновенный скворец, горихвостка-чернушка, домовый и полевой воробьи. Воронок и белая трясогузка *Motacilla alba* Linnaeus, 1758, отсутствовали на одном из маршрутов. Большинство обыкновенных каменок *Oenanthe oenanthe* (Linnaeus, 1758), обитали в зоне коттеджной застройки мкр. «Южный», там же было много горихвосток-чернушек.

Считаем необходимым упомянуть еще о сипухе *Tyto alba* (Scopoli, 1769), которая, возможно, вернулась на размножение в Тирасполь. По данным И. М. Гани и Н. И. Зубкова [5] ранее (60–80-е годы?) она гнездилась в городе на чердаках домов и в заброшенных строениях. С тех пор сообщения о наблюдениях этой совы в Тирасполе отсутствовали вплоть до 26 июля 2005 года, когда сипуха была сбита автомобилем на восточной окраине г. Тирасполя (мкр. «Балка», ул. Милева) [18]. Также на «Балке» сипухи регистрировались: 11.07.2022, 09.07.2023 и 23.06.2024 [15, 22]. Но так как отсутствовали подтверждения факта ее размножения (находка кладки, обнаружение слетков и т. п. [25]), то сипуха пока считается «возможно гнездящимся видом» в г. Тирасполе. В 2025 году сипуха не регистрировалась.

### Выводы

В 2025 году в селитебной зоне г. Тирасполя было зарегистрировано гнездование 43 видов птиц, относящихся к 6 отрядам и 17 семействам: соколообразные Falconiformes – 1 вид (1 семейство); голубеобразные Columbiformes – 3 (1); совообразные Strigiformes – 3 (1); стрижеобразные Arodiformes – 1 (1); дятлообразные Piciformes – 1 (1); воробьинообразные Passeriformes – 34 вида (13 сем., 79,1 % от общего числа видов). Суммарная плотность птиц составляла 2 597,5 пар/км<sup>2</sup>. Доминировали домовый воробей, сизый голубь и черный стриж. К субдоминантам относились 11 видов: полевой воробей, воронок, скворец, зеленушка, деревенская ласточка, обыкновенная горихвостка и др. Наиболее распространены в спальных районах города: сизый голубь, кольчатая горлица, черный стриж, сирийский дятел, деревенская ласточка, иволга, скворец, сорока, серая ворона, черноголовая славка, славка-завирушка, большая синица, домовый и полевой воробьи, зеленушка, щегол, коноплянка, ушастая сова, серая мухоловка, горихвостка-чернушка и обыкновенная горихвостка.

Птицы, гнездившиеся в 2025 году в жилой зоне города, относились к: 6-ти типам фауны, 8-ми ландшафтно-генетическим фаунистическим комплексам, 2-м экологическим группировкам, 3-м группам по способу гнездования и 5-ти трофическим группам. По числу видов преобладал европейский тип фауны; неморальный ландшафтно-генетический фаунистический комплекс; дендрофильная экологическая группировка; энтомофаги. По обилию доминировали транспалеарктический тип фауны; пустынно-горный ландшафтно-генетический фаунистический комплекс; склерофильная экологическая группа; фитофаги. Как в фауне, так и в орнитонаселении преобладали птицы, относящиеся к условной группе дуплогнездников-домушников.

В целом следует отметить, что орнитофауна селитебной зоны Тирасполя довольно разнообразна и постепенно обогащается. В 2025 году отмечено гнездование 2-х новых видов для ассоциации – зеленой пересмешки и мухоловки-белошейки.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность Владиславу Анатольевичу Марарескулу за проведенную в 2016 году фотоохоту и предоставленные фотографии обыкновенной пустельги.

### Список литературы

1. Аверин Ю. В., Ганя И. М. Птицы Молдавии. Кишинев: РИО АН МССР, 1970. Т. 1. 240 с.
2. Аверин Ю. В., Ганя И. М., Успенский Г. А. Птицы Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1971. Т. 2. 236 с.
3. Белик В. П. Птицы степного Придонья: Формирование фауны, ее антропогенная трансформация и вопросы охраны. Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2000. 376 с.
4. Ганя И. М. Птицы сухопутных биотопов Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1978. 70 с.

5. *Ганя И. М., Зубков Н. И.* Редкие и исчезающие виды птиц Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1989. 148 с. ISBN 5-376-00155-5.
6. *Захаров В. Д.* Биоразнообразие населения птиц наземных местообитаний Южного Урала. Миасс: ИГЗ УрО РАН, 1998. 158 с. ISBN 5-7691-0871-1.
7. Красная книга Приднестровья / Министерство природных ресурсов и экологического контроля Приднестровской Молдавской Республики; редколлегия: О. А. Калякин (председатель), В. С. Руцук (гл. ред.), А. Д. Руцук [и др.]. 1-е офиц. изд. Тирасполь: Б. и., 2009. 376 с. ISBN 978-9975-4072-0-5.
8. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики / Министерство сельского хозяйства и природных ресурсов Приднестровской Молдавской Республики; редколлегия: Е. М. Коваль (председатель), Л. В. Пилькова, С. И. Берил [и др.]. 2-е офиц. изд. Тирасполь-Бендеры: Полиграфист, 2020. 560 с.
9. *Кривенко А. В.* Комплексная экономико-географическая характеристика города (на примере г. Тирасполя). Тирасполь: НИЛ «Региональные исследования», 2001. 84 с.
10. *Кузякин А. П.* Зоогеография СССР // Ученые записки МГПИ им. Н. К. Крупской. 1962. Т. 109, вып. 1. С. 3–182.
11. *Мунтяну А. И.* Орнитофауна г. Тирасполя и его окрестностей // Ученые записки ТГПИ им. Т. Г. Шевченко. 1970. Т. 17. С. 24–26.
12. *Никифоров М. Е., Яминский Б. В., Шкляр Л. П.* Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц. Минск: Вышэйша школа, 1989. 479 с. ISBN 5-339-00209-8.
13. *Перевалов А. А., Мунтяну А. И.* Зимняя орнитофауна г. Тирасполя и его окрестностей // Ученые записки ТГПИ им. Т. Г. Шевченко. 1970. Т. 17. С. 41–45.
14. *Рахимов И. И.* Авифауна Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. Казань: ЗАО «Новое знание», 2002. 272 с. ISBN 5-89347-164-4.
15. *Романович Н. А., Тищенко А. А., Бочаров Д. В., Выродов А. Д.* Встречи редких птиц в Приднестровье в 2024 году // Русский орнитологический журнал. 2025. Т. 34, вып. 2524. С. 1914–1918. ISSN 1026-5627. EDN: MBMMGM.
16. *Тищенко А. А.* Птицы селитебной зоны города Тирасполя // Орнитология. 2003. Вып. 30. С. 51–58. ISSN 0474-7313.
17. *Тищенко А. А.* Гнездовая орнитофауна промышленной зоны Тирасполя // Поволжский экологический журнал. 2004. № 2. С. 214–220. ISSN 1684-7318.
18. *Тищенко А. А., Гороховский П. В., Стороженко А. А., Цуркан Л. Ф., Выродов А. Д.* Встречи некоторых редких птиц в Приднестровье в 2005 г. // Беркут. 2005. Т. 14, вып. 2. С. 263–264. ISSN 1727-0200.
19. *Тищенко А. А.* О классификации урбанизированного ландшафта применительно к зоогеографическим целям // Поволжский экологический журнал. 2006. № 1. С. 95–103. ISSN 1684-7318.
20. *Тищенко А. А., Ионова Л. Г., Кулачек А. В.* Топические консортивные связи врановых птиц с древесной растительностью Тирасполя // Русский орнитологический журнал. 2020. Т. 29, вып. 1872. С. 74–78. ISSN 1026-5627, EDN: XLAULM.
21. *Тищенко А. А., Ионова Л. Г., Тихоненкова Л. А.* Динамика структуры гнездовой орнитофауны селитебной зоны города Тирасполь // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2023. Т. 128, вып. 4. С. 3–13. ISSN 0227-1403. DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2023-128-4-3-13.
22. *Тищенко А. А., Романович Н. А., Аптеков А. А., Медведенко Д. В., Филипенко С. И., Чур С. В., Богатый Д. П., Марарескул В. И., Марарескул В. А., Мустя М. В., Бочаров Д. В., Стахурская Е. С.* Встречи редких птиц в Приднестровье в 2021-2023 годах // Русский орнитологический журнал. 2024. Т. 33, вып. 2384. С. 239–248. ISSN 1026-5627, EDN: JJZKZL.
23. *Штегман Б. К.* Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР: Птицы. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1938. Т. 1, ч. 2. С. 1–157.

24. Щеголев В. И. Количественный учет птиц в лесной зоне // Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1977. Ч. 1. С. 95–102.

25. The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. London: T&A. D. Poyser, 1997. 903 p. ISBN 0-85661-091-7.

### References

1. Averin, Yu. V. & Ganya, I. M. (1970) *Ptitsi Moldavii [Birds of Moldova]*. Chisinau: MSSR Academy of Sciences Publ. Vol. 1. 240 p. (In Russian).

2. Averin, Yu. V., Ganya, I. M. & Uspenskij, G. A. (1971) *Ptitsi Moldavii [Birds of Moldova]*. Chisinau: Stiintsa Publ. Vol. 2. 236 p. (In Russian).

3. Belik, V. P. (2000) *Ptitsi stepnogo Pridon'ya: Formirovanie fauni, ee antropogennaya transformaciya i voprosy ohrany [Birds of the steppe part of the Don River Basin: Formation of birds fauna, and anthropogenic transformation and some conservation problems]*. Rostov-on-Don: Rostov Pedagogical State University Publ. 376 p. (In Russian).

4. Ganya, I. M. (1978) *Ptitsi suhoputnykh biotopov Moldavii [Birds of the overland habitats of Moldova]*. Chisinau: Stiintsa Publ. 70 s. (in Russian).

5. Ganya, I. M. & Zubkov, N. I. (1989) *Redkie i ischezavshie vidy ptits Moldavii [Rare and endangered species of the birds of Moldova]*. Chisinau: Stiintsa Publ. 148 s. ISBN 5-376-00155-5. (in Russian).

6. Zaharov, V. D. (1998) *Bioraznoobrazie naseleniya ptits nazemnykh mestoobitanij Yuzhnogo Urala [Biodiversity of the birds population of terrestrial habitats of the Southern Ural]*. Miass, 158 p. ISBN 5-7691-0871-1. (In Russian).

7. Kuzyakin, A. P. (1962) [Zoogeografiya SSSR [Zoogeography of the USSR]]. *Uchenyye zapiski MOIP im. N. K. Krupskoy = Scientific notes of the Moscow Regional Pedagogical Institute named after N. K. Krupskaya*. 109, 1, 3–182. (In Russian).

8. Muntyanu, A. I. (1970) [Ornitofauna g. Tiraspolya i ego okrestnostej]. *Uchenye zapiski TGPI im. T.G. Shevchenko = Scientific notes of the Tiraspol State Pedagogical Institute named after T.G. Shevchenko*. 17, 24–26. (in Russian).

9. Krivenco, A. V. (2001) *Complex economic and geographical characteristics of the city (on an example of Tiraspol)*. Tiraspol. 84 p. (In Russian).

10. Nikiforov, M. E., Yaminskiy, B. V. & Shklyarov, L. P. (1989) *Ptitsy Belorussii: spravochnik-opredelitel' gnezd i ayits [Birds of the Belarus: reference guide for determining nests and eggs]*. Minsk: Vysheishaya shkola Publ. 479 p. ISBN 5-339-00209-8. (in Russian).

11. Peravalov, A. A. & Muntyanu, A. I. (1970) [Zimnyaya ornitofauna g. Tiraspolya i ego okrestnostej]. *Uchenye zapiski TGPI im. T. G. Shevchenko = Scientific notes of the Tiraspol State Pedagogical Institute named after T. G. Shevchenko*. 17, 41–45. (in Russian).

12. Rakhimov, I. I. (2002) *Avifauna Srednego Povolzh'ya v usloviyakh antropogennoj transformatsii estestvennykh prirodnykh landshaftov [Avifauna of the Middle Volga region in the conditions anthropogenic transformation of natural landscapes]*. Kazan: Novoe znanie. 272 p. ISBN 5-89347-164-4. (in Russian).

13. *Red Book of the Pridnestrovian Moldavian Republic* (2009). Tiraspol: B. Publ. 376 p. ISBN 978-9975-4072-0-5. (in Russian).

14. *Red Book of the Pridnestrovian Moldavian Republic* (2020). 2<sup>nd</sup> edition. Tiraspol-Bendery: Poligrafist. 560 p. (in Russian).

15. Romanovich, N. A., Tischenkov, A. A., Bocharov, D.V. & Vyrodov, A. D. (2025) The records of rare bird in Pridnestrovie in 2024. *The Russian Journal of Ornithology*. 34 (2524), 1914–1918, EDN: MBMMGM. (in Russian).

16. Tischenkov, A. A. (2003) The birds of Tiraspol City's resident area. *Ornithologia*. 30, 51–58. (In Russian).

17. Tischenkov, A. A. (2004) Nesting ornithofauna of Tiraspol City's industrial area. *Povolzhskiy Journal of Ecology*. 2, 214–220. (In Russian).

18. Tischenkov, A. A., Gorohovski, P. V., Storozhenko, A. A., Tsurkan, L. F. & Vyrodov A. D. (2005) Records of some rare bird in the Dniester Region in 2005. *Berkut*. 14 (2), 263–264. (in Russian).
19. Tischenkov, A. A. (2006) Urbanized landscape classification for zoogeographical purposes. *Povolzhskiy Journal of Ecology*. 1, 95–103. ISSN 1684-7318. (In Russian).
20. Tischenkov, A. A., Ionova, L. G. & Kulachek, A. V. (2020) Topic consortive connections of Corvidae to tree species in Tiraspol. *The Russian Journal of Ornithology*. 29(1872), 74–78, EDN: XLAULM. (In Russian).
21. Tischenkov, A. A., Ionova, L. G. & Tikhonenkova, L. A. (2023) Dynamics of nesting ornithofauna ostructure of Tiraspol City’s resident area. *Byulletin MOIP. Biological series*. 128(4), 3–13, DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2023-128-4-3-13. (In Russian).
22. Tischenkov, A. A., Romanovich, N. A., Aptekov, A. A., Medvedenko, D. V., Philipenko, S. I., Chur, S. V., Bogaty, D. P., Marareskul, V. I., Marareskul, V. A., Mustya, M. V., Bocharov, D.V., Stakhurskaya, E. S. (2024) Records of rare birds in Pridnestrovie in 2021–2023. *The Russian Journal of Ornithology*. 33(2384), 239–248, EDN: JJZKZL. (In Russian).
23. Shtegman, B. K. (1938) *Osnovy ornitogeograficheskogo deleniya Palearktiki [Bases of ornithogeographic division of the Palearctic]*. Fauna of the USSR: Birds. Moskow–Leningrad: USSR Academy of Sciences Publ., Vol. 1, part 2, pp. 1–157. (In Russian).
24. Schegolev, V. I. (1977) Kolichestvennyj uchet ptits v lesnoj zone [Quantitative accounting of birds in the forest zona] In *Metodiki issledovaniya produktivnosti i struktury vidov ptits v predelakh ikh arealov [Methods of using the productivity and structure of bird species within their range]*. Vilnius: Mokslas Publ., Part 1. P. 95–102. (In Russian).
25. *The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance* (1997). London: T&A. D. Poyser. 903 p. ISBN 0-85661-091-7. (In English).

Поступила в редакцию 23.12.2025 г.

**Tischenkov A. A. Structure of the nesting avifauna of the Tiraspol City’s resident area in 2025.** – In 2025, 43 species nested in the resident area, total density was 2597.5 pairs/km<sup>2</sup>. These birds belonged to 6 orders and 17 families (order Passeriformes – 79.1 % of species). *Passer domesticus*, *Columba livia* and *Apus apus* were the dominants. 11 species were subdominated: *Passer montanus*, *Delichon urbica*, *Sturnus vulgaris*, *Chloris chloris*, *Hirundo rustica*, *Phoenicurus phoenicurus*, *Parus major*, *Acanthis cannabina*, *Streptopelia decaocto*, *Phoenicurus ochruros* and other. The most widespread in the resident area were: *Columba livia*, *Streptopelia decaocto*, *Apus apus*, *Dendrocopos syriacus*, *Hirundo rustica*, *Oriolus oriolus*, *Sturnus vulgaris*, *Pica pica*, *Corvus cornix*, *Sylvia atricapilla*, *Sylvia curruca*, *Parus major*, *Passer domesticus* и *P. montanus*, *Chloris chloris*, *Carduelis carduelis*, *Acanthis cannabina*, *Asio otus*, *Muscicapa striata*, *Phoenicurus ochruros* and *Phoenicurus phoenicurus*. In 2025, nesting of 2 new species was noted for the resident area of the Tiraspol – *Hippolais icterina* and *Ficedula albicollis*. The majority of birds nesting in the resident area belong to the European and Transpalearctic types of the fauna, to the nemoral and desert-mountains landscape-genetic faunistic complexes, to the dendrophil and sklerophil ecological groups, insectivorous and phytophagan trophic groups and birds that nest in hollows and homes.

*Keywords:* birds, Tiraspol City, resident area, nesting, species composition, density, ecology-faunistic structure.

**Тищенко Алексей Анатольевич**

Заведующий зоологическим музеем естественно-географического факультета ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко», г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика.  
E-mail: [tdbirds2@gmail.com](mailto:tdbirds2@gmail.com)  
ORCID: 0009-0004-3607-4201  
SPIN-код: 2488-4188  
Author ID: 757601

**Tischenkov Alexey Anatolievich**

Chief of the Zoological Museum of the Pridnestrovian State University named after T. G. Shevchenko,  
Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic.

© Н. А. Дьякова

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
В ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,  
Россия, 394006, г. Воронеж, Университетская пл., д. 1*

**Дьякова Н. А. Особенности накопления полифенольных соединений в дикорастущих растениях Воронежской области.** – В статье приведены результаты изучения накопления полифенольных соединений в дикорастущих растениях Воронежской области на примере пижмы обыкновенной и крапивы двудомной, которое отличалось значительной вариабельностью в зависимости от места заготовки. Подтверждено как индуцирующее влияние тяжелых металлов на накопление полифенольных соединений, что характерно для относительно низких концентраций, так и ингибирующее влияние высоких концентраций элементов.

*Ключевые слова:* флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, оксикоричные кислоты, лекарственное растительное сырье, *Tanacetum vulgare* L., *Urtica dioica* L., Воронежская область.

**Введение**

Лекарственные растительные препараты на отечественном фармацевтическом рынке всегда пользовались значительным спросом, что объясняется их высокой эффективностью и относительной безопасностью [6, 8]. Вследствие роста городов, расширения производственных площадей, увеличения количества автотранспорта, освоения новых химических веществ в сельском хозяйстве, различных природных и техногенных катастроф, последнее преимущество в плане безопасности фитотерапии оказывается под вопросом. Причина в том, что с началом рыночных реформ в РФ произошло резкое ухудшение товарной структуры в пользу дикорастущего лекарственного растительного сырья (ЛРС), удельный вес которого увеличился с 51,8 % в советское время до 83,2 % в наши дни [5, 11]. Большинство эксплуатируемых ресурсов дикорастущих лекарственных растений расположено в зоне активной хозяйственной деятельности человека, на доступных в транспортном отношении территориях. К ним относятся зоны, прилегающие к населенным пунктам, автомобильным и железным дорогам, сельскохозяйственным полям и фермам, промышленным предприятиям. Произрастая в неблагоприятных экологических условиях, растения накапливают несвойственные для них химические вещества, либо метаболиты в несвойственных растениям концентрациях [1, 17].

Значительный вклад в защитную реакцию на антропогенные и абиотические стрессы вносят флавоноиды, выполняющие протекторные и антиоксидантные функции. Известно, что при воздействии дальнего ультрафиолета наибольшую роль в антиоксидантном ответе играют флавонолы и флавоны, в частности, кверцетин и его производные. У высших растений преобладает шикиматный путь биосинтеза флавоноидов, активизирующийся с дезаминирования фенилаланина фенилаланинаммиаклиазой. Индукции экспрессии кодирующих генов фенилаланинаммиаклиазы происходит в стрессовых для растения условиях, например, под влиянием экотоксикантов [1, 2]. Это наблюдается в публикациях ряда отечественных авторов. В работах Ю. В. Загурской [12, 31], И. И. Баяндиной [2], А. И. Сысо [18], Т. И. Сиромля [29], О. В. Коцупий [23], Г. И. Высочиной [3] показана стимуляция биосинтеза полифенольных соединений в растениях урбоценозов Западной Сибири на примере травы зверобоя продырявленного, травы горца птичьего, травы пустырника пятилопастного, травы тысячелистника обыкновенного, листьев эхиноцеи пурпурной, листьев осины обыкновенной, листьев черемухи обыкновенной и других видов.

В работах О.Н. Немерешиной с соавт. [13-16] также была показана индукция синтеза флавоноидов и фенолкарбоновых кислот как механизм экологической устойчивости растений (на примере горца птичьего, льнянки обыкновенной, подорожника большого, лабазника вязолистного, тысячелистника благородного, земляники зеленой и др.) урбоденнозов Оренбургской области с повышенным содержанием тяжелых металлов в почве и самом растении.

Влияние экотоксикантов и экстремальных условий произрастания на биосинтез полифенольных биологически активных веществ (БАВ) в растениях отражен и в различных зарубежных исследованиях. Так, на примере ряски горбатой показана стимуляция биосинтеза флавоноидов под воздействием высоких концентраций солей меди и коротковолнового ультрафиолета [21]. Известно об индукции синтеза флавоноидов фасоли огненно-красной под влиянием соединений кадмия и меди [30]. В корнях женьшеня обыкновенного при обработке избытком соединений меди содержание полифенольных веществ увеличивается более, чем на 20%, преимущественно за счет флавоноидных соединений – их концентрация возрастает более, чем на 80 % [20]. В физалисе солнечнолистном соединения кадмия в высоких концентрациях стимулируют увеличение содержания флавоноидов [27].

Однако известно и об угнетающем влиянии тяжелых металлов на биосинтетические процессы полифенольных соединений в растениях. Избыток кадмия повышает содержание гликозильированных фенолов, а избыток селена стимулирует биосинтез свободных фенолов в листьях кресс-салата. Совместное присутствие высоких концентраций этих элементов подавляет биосинтез полифенолов в растении [22], что объяснимо превышением пределов выносливости вида по отношению к какому-либо фактору среды при одновременном действии других факторов (экологический закон взаимодействия факторов) [8, 11]. Зверобоя продырявленного трава теряет способность к биосинтезу гиперфорина и снижает на два порядка способность к накоплению гиперцицина и псевдогиперцицина при избытке никеля в почве [28].

Биохимический ответ растительных организмов на антропогенное и абиотическое воздействие не только видоспецифичен, но и имеет внутривидовую дифференциацию. Так, на примере тетраплоидных цветков ромашки аптечной выявлено, что обработка растения соединениями кадмия и никеля в 4 раза повышает накопление хлорогеновой кислоты, но при этом не влияет на содержание флавоноидов, а накопление кумаринов – напротив, снижает [24, 26]. Однако в экспериментальном исследовании диплоидного сорта ромашки аптечной цветков соли кадмия стимулировали биосинтез флавоноидов [25].

Таким образом, анализ литературных данных показал, что различные экотоксиканты (преимущественно тяжелые металлы) могут как угнетать биосинтез полифенольных БАВ, так и стимулировать его в некоторых случаях, что делает актуальным более подробное изучение особенностей накопления полифенольных БАВ в ЛРС различных экологических условий произрастания.

Воронежская область является одним из крупнейших субъектов Центрального Черноземья, характеризующийся наличием крупных промышленных предприятий, ежегодно увеличивающейся плотностью автомобильных и железных дорог, активным развитием сельскохозяйственного сектора, вследствие чего вероятность сбора ЛРС вблизи источников выброса экотоксикантов возрастает [9, 10].

Цель исследования – провести изучение особенностей накопления полифенольных биологически активных веществ в дикорастущем лекарственном растительном сырье Воронежской области.

### **Материалы и методы исследования**

Для проведения исследования был определен ряд территорий отбора образцов ЛРС в Воронежской области. Заготовку проводили в естественных зарослях изучаемых растений на следующих территориях (табл. 1): заповедные (контрольные) зоны (1–3); агроценозы

с традиционным применением высокого уровня химизации (4–17); урбоценозы с различным характером и интенсивностью хозяйственной деятельности (18–49).

Объектами исследования было выбрано сырье от характерных представителей синантропной флоры Воронежской области, содержащих полифенольные соединения в качестве одной из основных групп действующих веществ: цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и листья крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.). Образцы ЛРС заготавливали в сухую погоду в начале цветения изучаемых видов. У крапивы двудомной срезали ножницами листья, у пижмы обыкновенной – корзинки и части сложных щитковидных соцветий. В цветках пижмы обыкновенной определяли сумму флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в пересчете на лютеолин, в листьях крапивы двудомной – сумму оксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту по стандартным фармакопейным методикам [4] на спектрофотометре СФ-2000. Каждое определение проводили трехкратно. Данные, полученные в ходе исследований, статистически обрабатывали с помощью программы «Microsoft Excel».

Изучение влияния экотоксикантов на накопление полифенольных соединений в изучаемых образцах вели методом параметрической статистики по коэффициентам корреляции (КК) по Пирсону. При расшифровке КК использовали шкалу по Чеддоку [19].

### Результаты и обсуждение

Содержание суммы флавоноидов и фенилкарбоновых кислот в пересчете на лютеолин в цветках пижмы обыкновенной составило 1,23–8,27 % (табл. 1). Содержание суммы флавоноидов и фенилкарбоновых кислот в образцах контрольных зон варьировало от 3,03 до 3,72 %, а в ЛРС агроценозов – от 3,11 до 6,25%. Для большинства агроценозов содержание определяемой группы БАВ в пижмы обыкновенной цветках не превышало 4,70 %. Наиболее высокое содержание суммы флавоноидов и фенилкарбоновых кислот (6,25 %) отмечено в сырье, заготовленном в агроценозе Лискинского района, для которого, согласно литературным данным, характерен высокий уровень применения пестицидов и ядохимикатов, под воздействием чего возможна активация фенилпропаноидного пути биосинтеза флавоноидов [1].

Таблица 1

### Содержание флавоноидов в дикорастущих лекарственных растениях Воронежской области

№ п/п	Территория заготовки образцов	Сумма флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в пересчете на лютеолин в цветках пижмы обыкновенной, %	Сумма оксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту в листьях крапивы двудомной, %
1	2	3	4
Контрольные зоны			
1.	Воронежский государственный заповедник (Верхнехавский р-н)	3,55 ± 0,04	3,2 ± 0,12
2.	Теллермановский лес (Борисоглебский р-н)	3,72 ± 0,03	3,19 ± 0,19
3.	Хоперский государственный заповедник (Новохоперский р-н)	3,03 ± 0,05	3,62 ± 0,13
Агроценозы			
4.	Агроценоз 1 (Верхнехавский р-н)	4,20 ± 0,03	3,04 ± 0,11
5.	Агроценоз 2 (Воробьевский р-н)	4,70 ± 0,05	3,21 ± 0,13
6.	Агроценоз 3 (Грибановский р-н)	4,52 ± 0,03	3,25 ± 0,13
7.	Агроценоз 4 (Лискинский р-н)	6,25 ± 0,05	3,50 ± 0,16
8.	Агроценоз 5 (Нижнедевицкий р-н)	4,04 ± 0,06	4,66 ± 0,10
9.	Агроценоз 6 (Новохоперский р-н)	3,99 ± 0,03	2,51 ± 0,15
10.	Агроценоз 7 (Ольховатский р-н)	3,87 ± 0,02	2,86 ± 0,12

1	2	3	4
11.	Агроценоз 8 (Панинский р-н)	3,11 ± 0,03	3,07 ± 0,12
12.	Агроценоз 9 (Петропавловский р-н)	3,77 ± 0,05	3,05 ± 0,09
13.	Агроценоз 10 (Подгоренский р-н)	3,54 ± 0,04	2,64 ± 0,15
14.	Агроценоз 11 (Репьевский р-н)	3,37 ± 0,04	2,63 ± 0,15
15.	Агроценоз 12 (Россошанский р-н)	3,36 ± 0,04	3,51 ± 0,15
16.	Агроценоз 13 (Хохольский р-н)	3,96 ± 0,04	2,87 ± 0,16
17.	Агроценоз 14 (Эртильский р-н)	3,87 ± 0,05	3,03 ± 0,11
Урбоценозы			
18.	Вблизи аэропорта Воронеж	3,97 ± 0,04	3,04 ± 0,18
19.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (г. Воронеж)	7,05 ± 0,05	1,67 ± 0,09
20.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский р-н)	7,04 ± 0,03	2,41 ± 0,13
21.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский р-н)	6,20 ± 0,05	2,23 ± 0,12
22.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (г. Воронеж)	4,18 ± 0,04	2,65 ± 0,17
23.	Низовье Воронежского водохранилища (г. Воронеж)	3,08 ± 0,04	1,76 ± 0,17
24.	Улица г. Борисоглебск	6,89 ± 0,02	2,13 ± 0,18
25.	Улица г. Воронеж	8,27 ± 0,03	2,67 ± 0,16
26.	Улица г. Калач	7,08 ± 0,05	2,05 ± 0,17
27.	Улица г. Нововоронеж	4,78 ± 0,03	4,39 ± 0,14
28.	Улица г. Острогожск	6,16 ± 0,04	2,52 ± 0,09
29.	Улица г. Семилуки	7,18 ± 0,03	4,66 ± 0,16
30.	0 м от автотрассы и А144 (Аннинский р-н)	<b>1,23 ± 0,06</b>	2,83 ± 0,13
31.	100 м от автотрассы А144 (Аннинский р-н)	2,65 ± 0,05	2,93 ± 0,12
32.	200 м от автотрассы А144 (Аннинский р-н)	3,98 ± 0,04	4,79 ± 0,11
33.	300 м от автотрассы А144 (Аннинский р-н)	3,56 ± 0,05	5,88 ± 0,18
34.	0 м от автотрассы М4 «Дон» (Павловский р-н)	<b>1,79 ± 0,03</b>	1,49 ± 0,17
35.	100 м от автотрассы М4 «Дон» (Павловский р-н)	<b>2,37 ± 0,04</b>	1,82 ± 0,18
36.	200 м от автотрассы М4 «Дон» (Павловский р-н)	2,98 ± 0,05	2,49 ± 0,19
37.	300 м от автотрассы М4 «Дон» (Павловский р-н)	4,01 ± 0,04	2,46 ± 0,10
38.	0 м от автотрассы М4 «Дон» (Рамонский р-н)	<b>1,65 ± 0,02</b>	2,22 ± 0,16
39.	100 м от автотрассы М4 «Дон» (Рамонский р-н)	4,94 ± 0,05	2,24 ± 0,12
40.	200 м от автотрассы М4 «Дон» (Рамонский р-н)	3,84 ± 0,03	2,62 ± 0,17
41.	300 м от автотрассы М4 «Дон» (Рамонский р-н)	3,06 ± 0,02	3,32 ± 0,12
42.	0 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	6,05 ± 0,06	2,12 ± 0,16
43.	100 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	3,78 ± 0,06	2,77 ± 0,19
44.	200 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	3,29 ± 0,02	4,43 ± 0,11
45.	300 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	3,25 ± 0,04	6,03 ± 0,09
46.	0 м от нескоростной автодороги (Богучарский р-н)	5,53 ± 0,05	2,22 ± 0,13
47.	100 м от нескоростной автодороги (Богучарский р-н)	4,06 ± 0,04	2,73 ± 0,14
48.	200 м от нескоростной автодороги (Богучарский р-н)	3,67 ± 0,05	3,05 ± 0,14
49.	300 м от нескоростной автодороги (Богучарский р-н)	3,42 ± 0,03	3,92 ± 0,16
Допустимый числовой показатель [4]		Не менее 2,5	Не менее 0,3

Цветки пижмы обыкновенной, произраставшей в условиях урбоценозов, содержали сумму флавоноидов и фенилкарбоновых кислот в более широком диапазоне – 1,23–8,27 %. Выявлены образцы ЛРС с индукцией синтеза определяемых полифенолов и подавлением биосинтетических процессов. Наиболее высокие значения (более 5 %) полифенольных БАВ отмечены для образцов, заготовленных на улицах городов, вблизи промышленных предприятий и железной дороги. В стрессовых условиях произрастания (промышленные и транспортные выбросы, высокая солнечная радиация, уплотнение и загрязнения экотоксикантами почв и т. д.) в цветках пижмы обыкновенной происходила активизация биосинтеза полифенолов [1]. Однако для ЛРС, заготовленного вблизи трасс А144 и М4, отмечено низкое содержание флавоноидов и фенилкарбоновых кислот (в т. ч. менее 2,5 %, что не соответствует фармакопейным требованиям [4]). Очевидно, чрезмерное антропогенное воздействие на растения вблизи крупных автомагистралей выходит за пределы выносливости вида и вызывает подавление ферментной и антиоксидантной,

проявлявшееся снижением в ЛРС полифенольных соединений. Это явление подчиняется закону взаимодействия экологических факторов [6, 11].

Во всех образцах листьев крапивы двудомной содержание суммы оксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту соответствовало фармакопейным требованиям (табл. 1). ЛРС заповедных территорий содержало данную группу БАВ в диапазоне от 3,19 до 3,62 %, что на порядок больше нижнего допустимого числового значения [4]. В агроценотических образцах листьев крапивы двудомной накопление оксикоричных кислот составило 2,5–3,5%, что сопоставимо с данными, полученными для контрольных образцов.

В листьях крапивы двудомной урбанизированных условий произрастания содержание суммы оксикоричных кислот варьировало в диапазоне 1,5–6,0 %. Выявлена индукция биосинтеза оксикоричных кислот в образцах, заготовленных на удалении 200–300 м от трассы А144, железной дороги, а также на улицах г. Нововоронеж, Семилуки. Стимуляция биосинтеза оксикоричных кислот в условиях окислительного стресса, очевидно, связана с их мембраностабилизирующим действием [1]. Однако в ряде образцов ЛРС урбоценозов (на улице г. Воронежа, вблизи ООО «Воронежсинтезкаучук», водохранилища, автотрасс и железной дороги) было заметно снижение содержания суммы оксикоричных кислот (до 2 раз по сравнению с контрольными образцами). Очевидно, под влиянием значительных промышленных и транспортных выбросов происходило подавление антиоксидантной системы растения [6, 11].

Известно, что экологические факторы при различных условиях и степени проявлении других факторов могут по-разному влиять на живые организмы. Поэтому при изучении влияния концентраций токсичных элементов [5, 7] на накопление полифенольных соединений в цветках пижмы обыкновенной и листьях крапивы двудомной проводили как общие расчеты КК, так и группируя образцы по условиям произрастания вида (агроценозы, урбоценозы), в тех случаях, где объем выборки позволял получить достоверные результаты (табл. 2).

Таблица 2

**Коэффициент корреляции (КК) между содержанием токсичных элементов и полифенольных соединений в дикорастущих лекарственных растениях Воронежской области**

ЛРС	КК	Элемент								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Пижмы обыкновенной цветки	Общий	0,02	0,22	0,17	0,07	0,07	0,07	0,14	0,13	0,34
	Урбоценозы	-0,09	0,12	0,21	-0,02	0,09	0,04	0,18	-0,03	0,46
	Агроценозы	0,37	0,38	0,08	0,18	-0,37	0,16	0,31	0,45	0,38
Крапивы двудомной листья	Общий	-0,44	-0,29	-0,29	-0,39	-0,38	-0,25	-0,34	-0,31	-0,29
	Урбоценозы	-0,44	-0,28	<b>-0,55</b>	-0,34	-0,34	-0,27	-0,38	-0,27	-0,31
	Агроценозы	0,03	0,03	<b>-0,59</b>	-0,36	-0,35	0,11	-0,47	-0,32	0,19

Выявлено умеренное положительное влияние цинка на накопление суммы флавоноидов и фенилкарбоновых кислот в цветках пижмы обыкновенной. В образцах агроценозов умеренное положительное влияние на биосинтез данной группы БАВ оказали также свинец, ртуть, медь, кобальт, умеренное отрицательное – никель.

Показано умеренное отрицательное влияние мышьяка, свинца, кобальта, никеля на накопление суммы оксикоричных кислот в листьях крапивы двудомной. В ЛРС урбоценозов заметное отрицательное влияние на накопление полифенольных БАВ оказывал кадмий, умеренное отрицательное влияние – никель, мышьяк, свинец, кобальт. В условиях агроценозов также выявлено заметное отрицательное влияние на накопление оксикоричных кислот кадмия и умеренное отрицательное – кобальта, мышьяка, никеля, меди.

### Выводы

Особенности накопления полифенольных БАВ необходимо учитывать при планировании мест заготовки ЛРС и оценке его качества. Накопление полифенольных

соединений в образцах дикорастущих пижмы обыкновенной цветках и крапивы двудомной листьях отличалось значительной вариабельностью в зависимости от места заготовки на территории Воронежской области. Так, в образцах сырья, собранного в условиях ряда урбоценозов, отмечена индукция накопления полифенольных соединений по сравнению с образцами контрольных территорий, что можно объяснить активацией в условиях антропогенной нагрузки фенилпропаноидного пути биосинтеза флавоноидов, имеющего ярко выраженную стресс-индуцибельность. Однако образцы ЛРС, заготовленные в условиях значительного антропогенного воздействия (вблизи транспортных магистралей и промышленных предприятий), характеризуются относительно сниженными концентрациями полифенольных соединений, что, вероятно, обусловлено чрезмерным загрязнением среды произрастания растений, которое вызывает угнетение в них ферментных систем. На основе корреляционного анализа подтверждено как индуцирующее влияние на накопление полифенольных соединений тяжелых металлов, что характерно, преимущественно для их относительно низких концентраций, так и ингибирующее влияние высоких концентраций элементов. Полученные данные могут быть использованы на практике растениеводческими и промышленными предприятиями, которые занимаются культивированием ЛРС и производством препаратов на его основе.

### Список литературы

1. Абдрахимова Й. Р., Валиева А. И. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты (Часть 3. Фенольные соединения). Казань: Казанский университет, 2012. 40 с.
2. Баяндина И. И., Загурская Ю. В. Взаимосвязь вторичного метаболизма и химических элементов в лекарственных растениях // Сибирский медицинский журнал. 2014. № 8. С. 107–111.
3. Высочина Г. И., Шинкаренко Ю. В., Кукушкина Т. А., Коцупий О. В., Баяндина И. И. Содержание флавоноидов в растениях лесостепной зоны Западной Сибири (Новосибирская область) // Химия в интересах устойчивого развития. 2008. Т. 16. № 4. С. 385–390.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. М.: ФЭМБ, 2018. 1883 с.
5. Дьякова Н. А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка листьями крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) // Ульяновский медико-биологический журнал. 2020. № 2. С. 145–156. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-2-145-156.
6. Дьякова Н. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование эколого-фармакогностической оценки качества лекарственного растительного сырья (на примере Воронежской области): автореф. дис. ... докт. фарм. наук. М.: ООО «МДМпринт», 2022. 48 с.
7. Дьякова Н. А. Экологическая оценка лекарственного растительного сырья Воронежской области на примере цветков пижмы обыкновенной // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2020. № 1. С. 19–26. DOI: 10.36906/2311-4444/20-1/04.
8. Дьякова Н. А. Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области: монография. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2022. 264 с.
9. Дьякова Н. А. Эколого-гигиеническая оценка качества цветков пижмы обыкновенной агро- и урбоценозов Воронежской области // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2023. Т. 26, № 5. С. 38–42. DOI: <https://doi.org/10.29296/25877313-2023-05-06>.
10. Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Бобина Е. А., Шишорина Л. А., Селиванова Ю. А. Изучение особенностей накопления флавоноидов цветками пижмы обыкновенной, заготовленными в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Традиционная медицина. 2021. № 3 (66). С. 33–37. DOI: 10.54296/18186173\_2021\_3\_33.

11. Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гравель И. В. Эколого-фармакогностическая оценка качества лекарственного растительного сырья Центрального Черноземья: монография. М.: РУСАЙНС, 2023. 238 с.
12. Загурская Ю. В., Васильев В. Г., Богатырев А. Л., Баяндина И. И. Состав фенольных соединений сырьевой части *Leonurus quinquelobatus* Gilib. из различных регионов Западной Сибири // Вестник Кемеровского государственного университета. 2014. № 4-3 (60). С. 232–236.
13. Немерешина О. Н., Гусев Н. Ф., Петрова Г. В., Шайхутдинова А. А. Некоторые аспекты адаптации *Polygonum aviculare* L. к загрязнению почвы тяжелыми металлами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С. 230–232.
14. Немерешина О. Н., Гусев Н. Ф., Суровяткина Т. Н., Филиппова А. В. Анализ содержания антиоксидантов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. степной зоны Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86). С. 70–76.
15. Немерешина О. Н., Петрова Г. В., Гусев Н. Ф., Чукова Н. В. Индукция синтеза антиоксидантов *Achillea nobilis* L. в зоне влияния выбросов предприятий Газпрома // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). С. 224–228.
16. Немерешина О. Н., Трубников В. В., Гусев Н. Ф. Индукция синтеза антиоксидантов как механизм экоустойчивости травянистых растений степного Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (32). С. 274–276.
17. Павлова Ю. А., Дьякова Н. А., Вервикина А. А., Сливкин А. И. Особенности накопления флавоноидных соединений в лекарственном растительном сырье на примере синантропной флоры Ростовской области // Химико-фармацевтический журнал. 2024. Т. 58. № 4. С. 41–46. DOI: 10.30906/0023-1134-2024-58-4-41-46.
18. Сысо А. И., Сиromля Т. И., Мяделец М. А., Черевко А. С. Эколого-биогеохимическая оценка элементного и биохимического состава растительности антропогенно нарушенных экосистем (на примере *Achillea millefolium* L.) // Сибирский экологический журнал. 2016. № 5. С. 782–792.
19. Фёрстер Э., Рёну Э. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Руководство для экономистов. М.: Финансы и статистика. 1983. 304 с.
20. Ali R. M., Singh N., Shohael A. M., Hahn E. J. Phenolics metabolism and lignin synthesis in root suspension cultures of *Panax ginseng* in response to copper stress // Plant Science. 2006. Vol. 17. P.147–154.
21. Babu T. S., Akhtar T. A., Lampi M. A., Tripuranthakam S., Dixon D. G., Greenberg B. M. Similar stress responses are elicited by copper and ultraviolet radiation in the aquatic plant *Lemna gibba*: implication of reactive oxygen species as common signals // Plant Cell Physiology. 2003. Vol. 44. P. 1320–1329.
22. Elguera J. C. T., Barrientos E. Y., Wrobel K., Wrobel K. Effect of cadmium (Cd(II)), selenium (Se(IV)) and their mixtures on phenolic compounds and antioxidant capacity in *Lepidium sativum* // Acta Physiologiae Plantarum. 2013. Vol. 35. N 2. P.431–441.
23. Kotsupiy O. V., Zagurskaya Y. V., Ufimtsev V. I. Determination of phenolic compounds in water-ethanol extracts of *Populus tremula* L. leaves using high-performance liquid chromatography // Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2020. Vol. 10. N 3 (34). P. 470–478.
24. Kováčik J., Klejdus B., Bačkor M. Phenolic metabolism of *Matricaria chamomilla* plants exposed to nickel // Journal of Plant Physiology. 2009. Vol. 166. N 13. P.1460–1464.
25. Kováčik J., Klejdus B., Grúz J., Malcovská S., Hedbavny J. Role of ploidy in cadmium and nickel uptake by *Matricaria chamomilla* plants // Food and Chemical Toxicology. 2010. Vol. 48. N 89. P. 2109–2114.

26. Kováčik J., Klejdus B., Hedbavny J., Zoň J. Significance of phenols in cadmium and nickel uptake // *Journal of Plant Physiology*. 2011. Vol. 168. N 6. P. 576–584.
27. Mishra B., Sangwan R. S., Mishra S., Jadaun J. S., Sabir F., Sangwan N. S. Effect of cadmium stress on inductive enzymatic and nonenzymatic responses of ROS and sugar metabolism in multiple shoot cultures of Ashwagandha (*Withania somnifera* Dunal) // *Protoplasma*. 2014. Vol. 251. N 5. P.1031–1045.
28. Murch S. J., Haq K., Rupasinghe H. P. V., Saxena P. K. Nickel contamination affects growth and secondary metabolite composition of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) // *Environmental and Experimental Botany*. 2003. Vol. 49. P. 251–257.
29. Siromlya T. I., Zagurskaya Yu. V., Bayandina I. I. The elemental composition of *Hypericum perforatum* plants sampled in environmentally different habitats by the example of west Siberia // *Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation*. 2020. Vol. 9. N 2. P. 127–132.
30. Skorzynska-Polit E., Drakiewicz M., Wianowska D., Maksymiec W. The influence of heavy metal stress on the level of some flavonols in the primary leaves of *Phaseolus coccineus* // *Acta Physiologiae Plantarum*. 2004. Vol. 26. N 3. P. 247–254.
31. Zagurskaya Yu. V., Siromlya T. I., Kotsupiy O. V., Babaeva E. Yu., Ufimtsev V. I. Physiological and biochemical characteristics of *Populus tremula* leaves in anthropogenic disturbed habitats // *Bio web of conferences*. Editors: E. V. Banaev, A. P. Belanova and Y. G. Zaytseva. 2018. P. 321–328.

## References

1. Abdrakhimova, I. R & Valieva, A. I. (2012) *Secondary metabolites of plants: physiological and biochemical aspects (Part 3. Phenolic compounds)*. Kazan: Kazan University. 40 p. (In Russian).
2. Bayandina, I. I. & Zagurskaya, Yu. V. (2014) The relationship of secondary metabolism and chemical elements in medicinal plants. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 8, 107–111. (In Russian).
3. Vysochina, G. I., Shinkarenko, Yu. V., Kukushkina, T. A., Kotsupiy, O. V. & Bayandina I. I. (2008) Flavonoid content in plants of the forest-steppe zone of Western Siberia (Novosibirsk region). *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya*. 16(4), 385–390. (In Russian).
4. *State Pharmacopoeia of the Russian Federation* (2018). 14th ed. Vol. 4. Moscow: FEMB. 1883 p. (In Russian).
5. D'yakova, N. A. (2020) Accumulation of heavy metals and arsenic in stinging nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *Ul'yanovskii mediko-biologicheskii zhurnal*. 2, 145–156, DOI: 10.34014/2227-1848-2020-2-145-156. (In Russian).
6. D'yakova, N. A. (2022) Theoretical and experimental substantiation of ecological-pharmacognostic assessment of medicinal plant raw material quality (by the example of Voronezh region): abstract of diss. ... Dr. Pharm. Sci. Moscow: MDMprint LLC, 2022. 48 p. (In Russian).
7. D'yakova, N. A. (2020) Environmental assessment of medicinal plant raw materials of the Voronezh region on the example of common tansy flowers. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 1, 19–26, DOI: 10.36906/2311-4444/20-1/04. (In Russian).
8. D'yakova, N. A. (2022) *Environmental assessment of medicinal plant raw material resources of the Voronezh region*: monograph. Voronezh: Tsifrovaya poligrafiya. 264 p. (In Russian).
9. D'yakova N. A. (2023) Ecological and hygienic assessment of the quality of common tansy flowers in agro- and urbocenoses of the Voronezh region. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*. 26(5), 38–42, DOI: <https://doi.org/10.29296/25877313-2023-05-06>. (In Russian).
10. D'yakova, N. A., Slivkin, A. I., Bobina, E. A., Shishorina, L. A. & Selivanova Yu. A. (2021) Study of the accumulation features of flavonoids by common tansy flowers harvested in various urbano- and agrocenoses of the Voronezh region. *Traditsionnaya meditsina*. 3(66), 33–37, DOI: 10.54296/18186173\_2021\_3\_33. (In Russian).

11. D'yakova, N. A., Slivkin, A. I. & Gravel, I. V. (2023) *Ecological and pharmacognostic assessment of the quality of medicinal plant raw materials of the Central Chernozem region: monograph*. Moscow: RUSAINS. 238 p. (In Russian).
12. Zagurskaya, Yu. V., Vasiliev, V. G., Bogatyrev, A. L. & Bayandina, I. I. (2014) Composition of phenolic compounds in the raw material part of *Leonurus quinquelobatus* Gilib. from different regions of Western Siberia. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 4-3(60), 232–236. (In Russian).
13. Nemereshina, O. N., Gusev, N. F., Petrova, G. V., Shaikhutdinova, A. A. (2012) Some aspects of adaptation of *Polygonum aviculare* L. to soil contamination by heavy metals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 1(33), 230–232. (In Russian).
14. Nemereshina, O. N., Gusev, N. F., Surovyatkina, T. N. & Filippova, A. V. (2020) Analysis of antioxidant content in the aboveground part of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. in the steppe zone of Orenburg region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 6(86), 70–76. (In Russian).
15. Nemereshina, O. N., Petrova, G. V., Gusev, N. F. & Chuklova, N. V. (2012) Induction of antioxidant synthesis in *Achillea nobilis* L. in the zone affected by emissions from Gazprom enterprises. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 3(35), P. 224–228. (In Russian).
16. Nemereshina, O. N., Trubnikov, V. V. & Gusev, N. F. (2011) Induction of antioxidant synthesis as a mechanism of eco-resistance of herbaceous plants in the steppe Cis-Urals // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 4(32), 274–276. (In Russian).
17. Pavlova, Yu. A., Dyakova, N. A., Vervikina, A. A. & Slivkin, A. I. (2024) Features of flavonoid accumulation in medicinal plant raw materials on the example of synanthropic flora of the Rostov region. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*. 58(4), 41–46, DOI: 10.30906/0023-1134-2024-58-4-41-46. (In Russian).
18. Syso, A. I., Siromlya, T. I., Myadelets, M. A. & Cherevko, A. S. (2016) Ecological and biogeochemical assessment of the elemental and biochemical composition of vegetation in anthropogenically disturbed ecosystems (by the example of *Achillea millefolium* L.). *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. 5, 782–792. (In Russian).
19. Förster, E. & Röntz, E. (1983) *Methods of correlation and regression analysis. A guide for economists*. Moscow: Finansy i statistika. 304 p. (In Russian).
20. Ali, R. M., Singh, N., Shohael, A. M. & Hahn, E. J. (2006) Phenolics metabolism and lignin synthesis in root suspension cultures of *Panax ginseng* in response to copper stress. *Plant Science*. 17, 147–154. (In English).
21. Babu, T. S., Akhtar, T. A., Lampi, M. A., Tripuranthakam, S., Dixon, D. G., Greenberg, B. M. (2003) Similar stress responses are elicited by copper and ultraviolet radiation in the aquatic plant *Lemna gibba*: implication of reactive oxygen species as common signals. *Plant Cell Physiology*. 44, 1320–1329. (In English).
22. Elguera, J. C. T., Barrientos, E. Y., Wrobel, K. & Wrobel, K. (2013) Effect of cadmium (Cd(II)), selenium (Se(IV)) and their mixtures on phenolic compounds and antioxidant capacity in *Lepidium sativum*. *Acta Physiologiae Plantarum*. 35 (2), 431–441. (In English).
23. Kotsupiy, O. V., Zagurskaya, Y. V. & Ufimtsev, V. I. (2020) Determination of phenolic compounds in water-ethanol extracts of *Populus tremula* L. leaves using high-performance liquid chromatography. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 10, 3(34), 470–478. (In English).
24. Kováčik, J., Klejdus, B. & Bačkor, M. (2009) Phenolic metabolism of *Matricaria chamomilla* plants exposed to nickel. *Journal of Plant Physiology*. 166(13), 1460–1464. (In English).
25. Kováčik, J., Klejdus, B., Grúz, J., Malcovská, S. & Hedbavny J. (2010) Role of ploidy in cadmium and nickel uptake by *Matricaria chamomilla* plants. *Food and Chemical Toxicology*. 48(89). P. 2109–2114. (In English).

26. Kováčik, J., Klejdus, B., Hedbavny, J. & Zoň, J. (2011) Significance of phenols in cadmium and nickel uptake. *Journal of Plant Physiology*. 168(6), 576–584. (In English).
27. Mishra, B., Sangwan, R. S., Mishra, S., Jadaun, J. S., Sabir, F. & Sangwan, N. S. (2014) Effect of cadmium stress on inductive enzymatic and nonenzymatic responses of ROS and sugar metabolism in multiple shoot cultures of Ashwagandha (*Withania somnifera* Dunal). *Protoplasma*. 251(5), 1031–1045. (In English).
28. Murch, S. J., Haq, K., Rupasinghe, H. P. V. & Saxena, P. K. (2003) Nickel contamination affects growth and secondary metabolite composition of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 49, 251–257. (In English).
29. Siromlya, T. I., Zagurskaya, Yu. V. & Bayandina, I. I. (2020) The elemental composition of *Hypericum perforatum* plants sampled in environmentally different habitats by the example of west Siberia // *Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation*. 9(2), 127–132. (In English).
30. Skorzynska-Polit, E., Drakiewicz, M., Wianowska, D. & Maksymiec, W. (2004) The influence of heavy metal stress on the level of some flavonols in the primary leaves of *Phaseolus coccineus*. *Acta Physiologiae Plantarum*. 26(3), 247–254. (In English).
31. Zagurskaya, Yu. V., Siromlya, T. I., Kotsupiy, O. V., Babaeva, E. Yu. & Ufimtsev V. I. (2018) Physiological and biochemical characteristics of *Populus tremula* leaves in anthropogenic disturbed habitats In: *Bio web of conferences*. Editors: E. V. Banaev, A. P. Belanova and Y. G. Zaytseva. P. 321–328. (In English).

Поступила в редакцию 03.06.2025 г.

**Dyakova N. A. Peculiarities of polyphenol compounds accumulation in wild plants of Voronezh region. –**

The article presents the results of studying the accumulation of polyphenolic compounds in wild plants of the Voronezh region on the example of common tansy and nettle dioecious, which differed in significant variability depending on the place of harvesting. Both the inducing effect of heavy metals on the accumulation of polyphenolic compounds, which is characteristic of relatively low concentrations, and the inhibitory effect of high concentrations of elements have been confirmed.

*Keywords:* flavonoids, phenol carboxylic acids, oxcinnamic acids, medicinal plant raw materials, *Tanacetum vulgare* L., *Urtica dioica* L., Voronezh region.

**Дьякова Нина Алексеевна**

доктор фармацевтических наук, доцент,  
доцент кафедры фармацевтической технологии  
фармацевтического факультета  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
университет», г. Воронеж, РФ.  
e-mail: [ninochka\\_v89@mail.ru](mailto:ninochka_v89@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-0766-3881  
SPIN-код: 3477-0510  
Author ID: 684554

**Dyakova Nina Alekseevna**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Docent,  
Associate Professor of Department of Pharmaceutical  
Technology, Faculty of Pharmacy,  
Voronezh State University,  
Voronezh, Russian Federation.

Научно-практический журнал  
ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ  
ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

2026

№ 1

Учредитель: ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Оригинал-макет: О. В. Чемерис, И. Ф. Пирко