

ISSN 2713-1572

2025

Том 15. № 3

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 15. No. 3

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
И РЕСУРСЫ**

2025

Том 15. № 3

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**NATURAL SYSTEMS
AND RESOURCES**

2025

Volume 15. No. 3



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2025. Vol. 15. No. 3

Academic Periodical

First published in 2011

4 issues a year

Founder:

Federal State Autonomous
Educational Institution
of Higher Education
“Volgograd State University”

The journal is registered in the Federal Service for
Supervision of Communications, Information
Technology and Mass Media (Registration Number
ПН № ФС77-74483 of November 30, 2018)

The journal is included into the **Russian Science
Citation Index**

The journal is also included into the following Russian
and international databases: **Google Scholar** (USA),
Open Academic Journals Index (Russia),
ProQuest (USA), **VINITI Database RAS** (Russia),
“**CyberLeninka**” Scientific Electronic Library (Russia),
“**Socionet**” Information Resources (Russia), **IPRbooks**
E-Library System (Russia), **E-Library System**
“**University Online Library**” (Russia)

Editorial Staff:

Prof., Dr. *E.A. Ivantsova* – Chief Editor (Volgograd)
Prof., Dr. *V.V. Novochadov* – Deputy Chief Editor
(Volgograd)
Assoc. Prof., Cand. *Yu.A. Zimina* – Executive Secretary
and Copy Editor (Volgograd)
Prof., Dr. *L.A. Anisimov* (Volgograd)
Dr., Senior Researcher *V.P. Voronina* (Volgograd)
Prof., Dr. *A.A. Okolelova* (Volgograd)
Assoc. Prof., Dr. *V.A. Sagalaev* (Volgograd)
Prof., Dr. *V.V. Tanyukevich* (Novocherkassk)
Assoc. Prof., Dr. *V.G. Yuferev* (Volgograd)

Editorial Board:

Prof., Dr. *S.A. Bartalev* (Moscow); Prof., Dr.
M.N. Belitskaya (Volgograd); Prof., Dr. *Yu.K. Vinogradova*
(Moscow); Assoc. Prof., Dr. *D.S. Vorobyev* (Tomsk); Prof.,
Acad. of RAS *I.F. Gorlov* (Volgograd); Assoc. Prof.,
Dr. *P.M. Dzhambetova* (Grozny); Prof., Dr. *S.I. Kolesnikov*
(Rostov-on-Don); Prof., Dr., Acad. of RAS *I.P. Kruzhilin*
(Volgograd); Prof., Acad. of RAS *K.N. Kulik* (Volgograd);
Assoc. Prof., Dr., Acad. of RANHM *G. Mustafaev* (Baku,
Azerbaijan); Prof., Dr., Acad. of RAS *A.S. Rulev* (Volgograd);
Prof., Dr., Corr. Member of RAS *M.I. Slozhenkina*
(Volgograd); Prof. of RAS, Dr. *N.V. Tiutiuma* (Astrakhan
Oblast, Solyonoye Zaymishche); Prof., Dr. *A.V. Khoperskov*
(Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *S.R. Chalov* (Moscow); Prof.,
Acad. of RAS *A.A. Chibilev* (Orenburg); Prof., Dr.
G.Yu. Yamskikh (Krasnoyarsk)

Editor is *N.V. Goreva*

Editor of English texts is *D.A. Novak*

Making up by *O.N. Yadykina*

Technical editing by *E.S. Reshetnikova*

Passed for printing on Aug. 8, 2025.

Date of publication: Dec. 23, 2025.

Format 60×84/8. Offset paper. Typeface Times.

Conventional printed sheets 5.3. Published pages 5.7.

Number of copies 500 (1st printing 1–27 copies).

Order 102. «C» 32.

Open price

Address of the Printing House:

Bogdanova St, 32, 400062 Volgograd.

Postal Address:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Publishing House of Volgograd State University.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

Address of the Editorial Office and the Publisher:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Volgograd State University.

Tel.: (8442) 46-16-39. Fax: (8442) 46-18-48.

E-mail: vestnik11@volsu.ru

Journal website: <https://ns.jvolsu.com>

English version of the website:

<https://ns.jvolsu.com/index.php/en/>



ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

2025. Т. 15. № 3

Научно-теоретический журнал

Основан в 2011 году

Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по
надзору в сфере связи, информационных техноло-
гий и массовых коммуникаций (регистрационный
номер **ПИ № ФС77-74483** от 30 ноября 2018 г.)

Журнал включен в базу **Российского индекса науч-
ного цитирования (РИНЦ)**

Журнал также включен в следующие российские и
международные базы данных: **Google Scholar** (США),
Open Academic Journals Index (Россия), **ProQuest**
(США), **ВИНИТИ** (Россия), **Научная электронная
библиотека «КиберЛенинка»** (Россия), **Соционет**
(Россия), **Электронно-библиотечная система
IPRbooks** (Россия), **Электронно-библиотечная си-
стема «Университетская библиотека онлайн»**
(Россия)

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, проф. *Е.А. Иванцова* – главный
редактор (г. Волгоград)
д-р мед. наук, проф. *В.В. Новачадов* – зам. главного
редактора (г. Волгоград)
канд. хим. наук, доц. *Ю.А. Зимина* – ответственный
и технический секретарь (г. Волгоград)
д-р геол.-минер. наук, проф. *Л.А. Анисимов* (г. Волгоград)
д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр. *В.П. Воронина* (г. Волгоград)
д-р биол. наук, проф. *А.А. Околелова* (г. Волгоград)
д-р биол. наук, доц. *В.А. Сагалаев* (г. Волгоград)
д-р с.-х. наук, проф. *В.В. Танюкевич* (г. Новочеркасск)
д-р с.-х. наук, доц. *В.Г. Юферев* (г. Волгоград)

Редакционный совет:

д-р техн. наук, проф. *С.А. Барталев* (г. Москва); д-р
биол. наук, проф. *М.Н. Белицкая* (г. Волгоград); д-р биол.
наук, проф. *Ю.К. Виноградова* (г. Москва); д-р биол.
наук, доц. *Д.С. Воробьев* (г. Томск); проф., акад. РАН
И.Ф. Горлов (г. Волгоград); д-р биол. наук, доц.
П.М. Джамбетова (г. Грозный); д-р с.-х. наук, проф.
С.И. Колесников (Ростов-на-Дону); д-р с.-х. наук, проф.,
акад. РАН *И.П. Кружилин* (г. Волгоград) проф., акад.
РАН *К.Н. Кулик* (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, доц.,
акад. РАЕ *М.Г. Мустафаев* (г. Баку, Азербайджан);
д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН *А.С. Рулев* (г. Волгоград);
д-р биол. наук, проф., чл.-кор. РАН *М.И. Сложеникина*
(г. Волгоград); д-р с.-х. наук, проф. РАН *Н.В. Тютюма*
(Астраханская обл., с. Солёное Займище); д-р физ.-мат.
наук, проф. *А.В. Хоперсков* (г. Волгоград); д-р геогр.
наук, доц. *С.Р. Чалов* (г. Москва); д-р геогр. наук, проф.,
акад. РАН *А.А. Чибилев* (г. Оренбург); д-р геогр. наук,
проф. *Г.Ю. Ямских* (г. Красноярск)

Редактор *Н.В. Горева*

Редактор английских текстов *Д.А. Новак*

Верстка *О.Н. Ядыкиной*

Техническое редактирование *Е.С. Решетниковой*

Подписано в печать 08.08 2025 г.

Дата выхода в свет: 23.12 2025 г.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 5,3. Уч.-изд. л. 5,7.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–27 экз.). Заказ 102. «С» 32.

Свободная цена

Адрес типографии:

400062 г. Волгоград, ул. Богданова, 32.

Почтовый адрес:

400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

Издательство

Волгоградского государственного университета.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

Адрес редакции и издателя:

400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

Волгоградский государственный университет.

Тел.: (8442) 46-16-39. Факс: (8442) 46-18-48.

E-mail: vestnik11@volsu.ru

Сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com>

Англ.яз. версия сайта журнала:

<https://ns.jvolsu.com/index.php/en/>



СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ

Ломтев Д.Д., Зализняк Е.А., Иванцова Е.А. Проблемы и перспективы озеленения санитарно-защитной зоны предприятия ОАО «Каустик»	5
--	---

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Онистратенко Н.В., Шкут А.Н. Оценка уровня ферментативной активности почв по бережья пруда-испарителя в условиях техногенного прессинга на аквальные и прибрежные экосистемы Большого Лимана (Волгоградская обл.)	15
Солодовников Д.А., Иванцова Е.А., Семенова Д.А. Мониторинг, сохранение и восстановление редких видов насекомых на территории и в зоне влияния линейного объекта (мостового перехода через реку Волга в г. Волгограде)	23
Хаванская Н.М. Оценка антропогенного воздействия в бассейне р. Арчеды с использованием геоинформационных технологий	33

БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Копейкина А.А., Мальцев М.В. Модифицированная методика обнаружения антибиотиков в продуктах животноводства методом жидкостной хроматографии	43
Венецианский А.С., Исаков П.А., Степанова С.А. Роль иван-чая (<i>Chamaenerion angustifolium</i>) в поддержке желудочно-кишечного тракта	50

CONTENTS

FORESTRY, SILVICULTURE, FOREST CROPS, AGROFORESTRY, LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

Lomtev D.D., Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A. Problems and Prospects of Landscaping the Sanitary Protection Zone of JSC Caustic	5
--	---

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Onistratenko N.V., Shkoot A.N. Assessment of the Level of Enzymatic Activity of Soils Along the Coast of the Evaporator Pond Under Conditions of Anthropogenic Pressure on the Aquatic and Coastal Ecosystems of the Bolshoy Lyman (Volgograd Region)	15
Solodovnikov D.A., Ivantsova E.A., Semenova D.A. Monitoring, Conservation and Restoration of Rare Insect Species on the Territory and in the Zone of Influence of a Linear Feature (A Bridge Crossing over the Volga River in Volgograd)	23
Khavanskaya N.M. Assessment of Anthropogenic Impact in the Archeda River Basin Using Geoinformation Technologies	33

BIOENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY

Kopeikina A.A., Maltsev M.V. Modified Method for Detection of Antibiotics in Animal Products by Liquid Chromatography	43
Venetsiansky A.S., Isakov P.A., Stepanova S.A. The Role of Ivan-Tea (<i>Chamaenerion Angustifolium</i>) in Supporting the Gastrointestinal Tract	50



ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.1>

UDC 504.064

LBC 20.18



PROBLEMS AND PROSPECTS OF LANDSCAPING THE SANITARY PROTECTION ZONE OF JSC CAUSTIC

Danila D. Lomtev

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Zaliznyak

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Sanitary protection zones of industrial enterprises play an important ecological role, being a buffer zone between pollution sources and residential areas. In conditions of urbanization and increasing anthropogenic pressure, effective landscaping of such territories becomes not only a means of reducing air and soil pollution but also an important factor in improving the quality of the urban environment. The enterprise of JSC Caustic, part of the Nikohim Group of companies, is one of the largest enterprises of the chemical industry in Russia, which leads to increased requirements for the state of its sanitary protection zone. It is located in the southern part of the city of Volgograd behind the canal part of the Krasnoarmeysky district. This article discusses current issues related to the landscaping of the specified territory, the state of green spaces. Possible solutions to these problems are also being analyzed, such as the use of pollutant-resistant plant species and the introduction of modern GIS technologies for analyzing territories. Proper landscaping of the sanitary protection zone can significantly increase the environmental safety of the region and improve the quality of life of the population.

Key words: sanitary protection zone, landscaping, JSC Caustic, NDVI index, urbanized territory, environmental safety.

Citation. Lomtev D.D., Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A. Problems and Prospects of Greening the Sanitary Protection Zone of JSC Caustic. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 5-14. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.1>

УДК 504.064
ББК 20.18

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «КАУСТИК»

Данила Денисович Ломтев

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Алексеевна Зализняк

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий играют важную экологическую роль, являясь буферной зоной между источниками загрязнения и жилыми районами. В условиях урбанизации и роста антропогенной нагрузки эффективное озеленение таких территорий становится не только средством снижения уровня загрязнения воздуха и почвы, но и важным фактором повышения качества городской среды. Предприятие ОАО «Каустик», входящее в группу компаний «Никохим», является одним из крупнейших предприятий химической промышленности России, что обуславливает повышенные требования к состоянию его санитарно-защитной зоны. Расположено в южной части города Волгограда за канальной частью Красноармейского района. В данной статье рассматриваются актуальные проблемы, связанные с озеленением указанной территории, состоянием зеленых насаждений. Также анализируются возможные пути решения данных проблем, такие как использование устойчивых к загрязнителям видов растений, внедрение современных ГИС технологий для анализа территорий. Грамотное озеленение санитарно-защитной зоны может значительно повысить экологическую безопасность региона и улучшить качество жизни населения.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона, озеленение, предприятие ОАО «Каустик», индекс NDVI, урбанизированная территория, экологическая безопасность.

Цитирование. Ломтев Д. Д., Зализняк Е. А., Иванцова Е. А. Проблемы и перспективы озеленения санитарно-защитной зоны предприятия ОАО «Каустик» // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 5–14. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.1>

Зеленые насаждения выступают естественным фильтром атмосферного воздуха промышленных центров [5; 7–13; 18; 20]. По данным Росстата, площадь зеленых насаждений на территории Волгограда составляет 20 % от общей площади города, для города с миллионом жителей, это слишком низкий показатель. Для сравнения, в г. Ростов-на-Дону, который также является миллионником и входит также, как и Волгоград, в Южный федеральный округ, этот показатель составляет свыше 35 % [1].

Промышленные районы считаются «горячими точками», где в результате промышленной деятельности образуются повышенные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [4; 6; 14]. Озеленение прилегающих к предприятиям территорий, позволяет

улучшить качество воздуха за счет снижения уровня вредных загрязнителей воздуха и предоставления ряда других полезных экосистемных услуг. Озеленение санитарно-защитных зон (далее – СЗЗ) формирует баланс между производственной деятельностью объектов негативного воздействия и требованиями экологической безопасности.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) создается вокруг промышленных объектов для минимизации их воздействия на окружающую среду и здоровье людей. Ее границы определяются с учетом концентрации загрязняющих веществ и необходимости соблюдения экологических нормативов. Цель создания СЗЗ – обеспечение безопасности и сохранения здоровья населения, предотвращение вредного воздействия производственных процессов на

окружающую среду. Она также гарантирует приемлемые уровни риска для здоровья населения при нормальной эксплуатации объекта на максимальной проектной мощности.

В соответствии с санитарной классификацией «Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов» предприятие ОАО «Каустик» относится к I классу опасности. Основная производимая продукция – это продукция органического и неорганического синтеза: рассол поваренной соли, сода каустическая (едкий натрий), хлор жидкий, водород, синтетическая соляная кислота, гипохлорит натрия. Основные выбросы данного предприятия – диоксиды серы, оксид углерода, оксид азота, углеводороды и летучие органические соединения (см. табл.).

Исходя из данных таблицы, можно сделать следующий вывод: за отчетный год общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составило 1701,38 т, из которых основную долю (более 90 %) составляют газообразные и жидкие вещества. Наибольшие объемы выбросов приходятся на оксид углерода – 487,06 т, летучие органические соединения – 450,63 т, углеводороды – 184,71 т. Эти данные указывают на активную промышленную деятельность, которая оказывает значительное влияние на атмосферу.

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 предприятию ОАО «Каустик» установлен размер санитарно-защитной зоны, равный 1000 метров [17]. На рисунке 1 представлена СЗЗ ОАО «Каустик».

Основные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу предприятия ОАО «Каустик» за 2023 год

Загрязняющие вещества	Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ за 2023 год, т
Всего	1 701,379
В том числе твердые	157,22
В том числе газообразные и жидкие	1 544,159
из них:	
диоксид серы	9,137
оксид углерода	487,061
оксид азота	100,846
углеводороды	184,707
летучие органические соединения	450,630
прочие газообразные и жидкие	311,778

Примечание. Составлено по: [15].

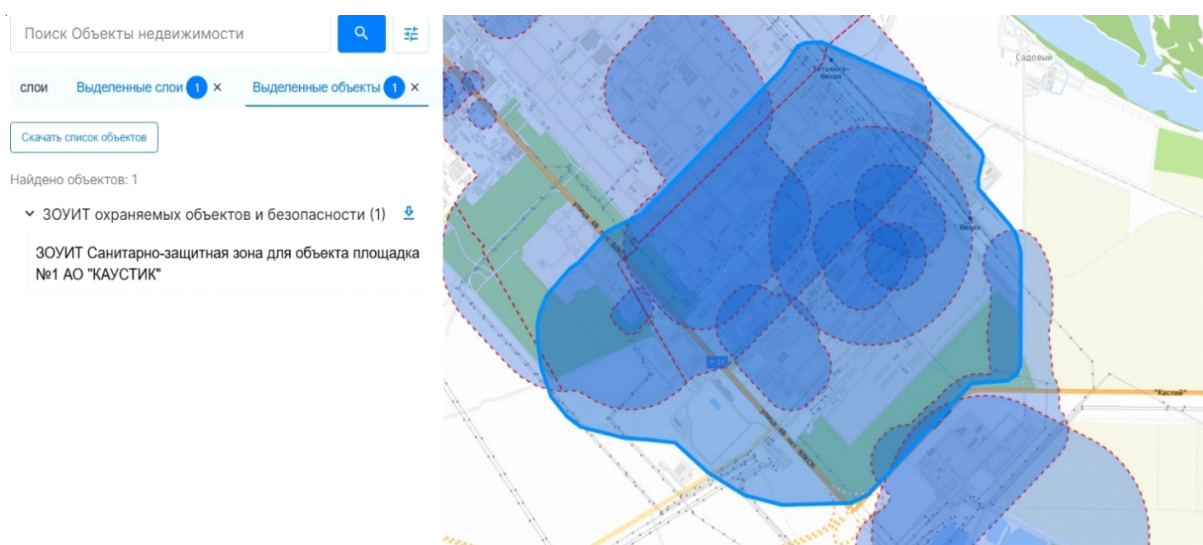


Рис. 1. Санитарно-защитная зона ОАО «Каустик» [3]

Площадь промышленной и санитарно-защитной зоны, обозначенных на рисунке 1, составляет 14004696 м². Площадь предприятия – 4129339 м² (рис. 2). Следовательно, фактическая площадь СЗЗ составляет: 14004696 м² – 4129339 м² = 9875357 м².

Площадь озеленения (рис. 3): 20458 + 1434674 = 1455133 м²; процент озеленения от общей фактической площади СЗЗ: 1455133 / 9875357 × 100 = 14,7 %.

Из полученных данных, площадь озеленения СЗЗ предприятия ОАО «Каустик» составляет 14,7 %.

Исходя из требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, п. 2.28, санитарно-защитная зона

для предприятий, имеющих санитарно-защитную зону 1000 м и более, должна быть максимально озеленена – не менее 40 % от ее территории с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки [17]. Учитывая полученные данные, норматив не достигается.

Региональными правилами застройки (Решение Волгоградской городской думы от 21.12.2018 №5/115 «Об утверждении Правил землепользования и застройки городского округа город-герой Волгоград» (с изменениями на 19 февраля 2025 года)) установлено, что «требования к размерам и озеленению санитарно-защитных зон следует принимать в соответствии



Рис. 2. Площадь предприятия ОАО «Каустик» [3]

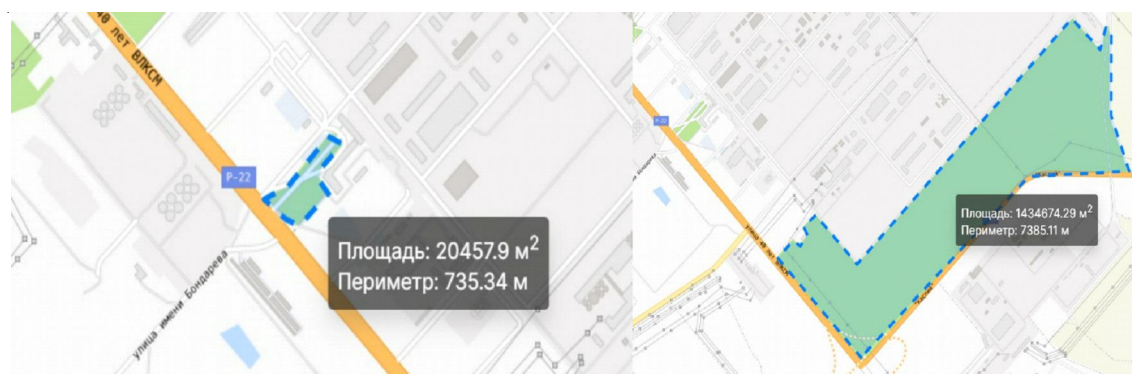


Рис. 3. Территории озеленения санитарно-защитной зоны ОАО «Каустик» [3]

с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами и иными действующими нормативными техническими документами, но не менее 50 % площади земельного участка» [16].

Следовательно, для СЗЗ данного предприятия недостаточно имеющейся площади озеленения, что с учетом объема выбросов и воздействием на окружающую среду усугубляет воздействие предприятия на атмосферный воздух и формирует угрозу здоровью населения.

Для оценки озеленения территории СЗЗ исследуемого объекта были использованы космоснимки Landsat 8-9 с 2013-го по июнь 2024 г. для нахождения значения индекса NDVI. Территория зеленых насаждений в значении индекса NDVI представлена на рисунке 4.

Из исследуемых снимков Landsat получены данные значения индекса NDVI для территории зеленых насаждений ОАО «Каустик» (рис. 5).

В 2013 г. значение NDVI было самым высоким – 0,59, что указывает на хорошее состояние растительности. С 2013 по 2024 г. наблюдается общее снижение значений NDVI, несмотря на некоторые колебания в отдельные годы. В период с 2013 по 2018 г. NDVI упал с 0,59 до 0,38, то есть на 35,6 %. Это самый резкий спад за весь период, особенно ярко выраженный в 2018 году. В 2019–2020 гг. отмечается умеренный рост – значение увеличилось с 0,38 до 0,47, то есть на 23,7 %. В период 2021–2024 гг. происходит снижение с 0,47 до 0,32, то есть на 31,9 %. Минимальное значение индекса NDVI за весь

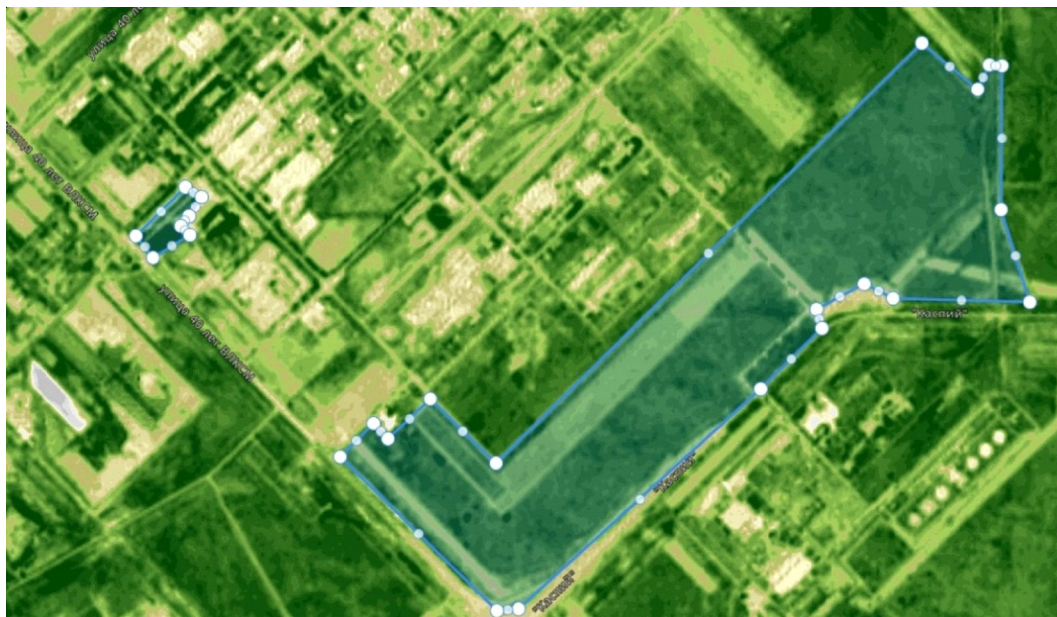


Рис. 4. Территория зеленых насаждений ОАО «Каустик» в значении NDVI [2]

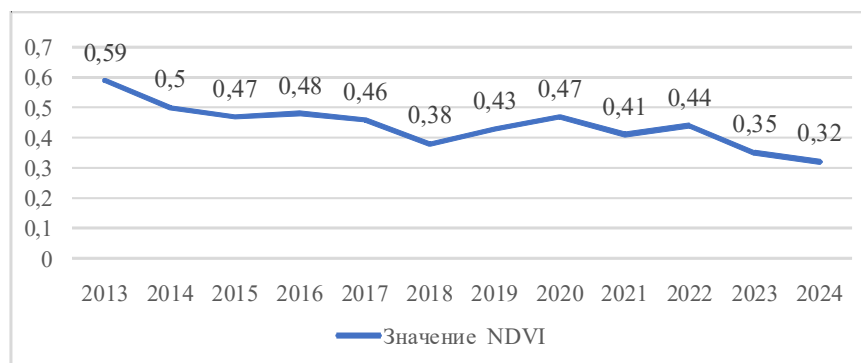


Рис. 5. Диаграмма значения индекса NDVI на исследуемой территории (составлено по данным [2])

период – 0,32 в 2024 г., что говорит о критическом текущем состоянии растительности.

За исследуемый период с 2013 по 2024 г. на территории ОАО «Каустик» наблюдалось постепенное ухудшение состояния растительности, несмотря на краткосрочные улучшения в 2019–2020 годах. Уровень NDVI снизился на 45,8 %, что свидетельствует о серьезной деградации зеленых насаждений.

При натурном обследовании территории СЗЗ ОАО «Каустик» было выявлено наличие молодых саженцев древесных растений (рис. 6) и территорий, подготовленных для высадки древесных растений (рис. 7).

Древесные насаждения высажены таким образом, что выполняют функцию фильтрующего типа лесозащитной полосы, ими заняты предзаводские входные территории,



Рис. 6. Молодые древесные насаждения на территории СЗЗ ОАО «Каустик» (фото Д.Д. Ломтева)



Рис. 7. Территории, подготовленные для высадки древесных насаждений в пределах СЗЗ ОАО «Каустик» (фото Д.Д. Ломтева)

участки вблизи пешеходных и автомобильных маршрутов.

В соответствии с «Руководством по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий» для предприятия ОАО «Каустик» эффективно будет использование следующих видов растений:

– деревья: акация белая, тополь канадский, осина, тополь берлинский, клен ясенелистный;

– кустарники: акация желтая, жимолость татарская, бирючина обыкновенная, жимолость татарская, бузина красная, бересклет европейский, смородина золотистая [19].

Схема планирования посадки зеленых насаждений вблизи территории ОАО «Каустик» представлена на рисунке 8.

Высадка растений на данной территории позволит задерживать большее количество загрязняющих веществ и тем самым улучшить состояние окружающей среды для жилых районов и ближайших населенных пунктов.

Не менее важным, чем посадка новых растений, является поддержание здоровья уже существующих зеленых насаждений, что

включает санитарную обрезку, удаление поврежденных или загрязненных растений, подкормку и защиту от вредителей.

Таким образом, данное исследование подчеркивает, что формирование эффективной санитарно-защитной зоны на промышленной территории является важнейшим элементом обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития городских агломераций. Реализация предложенных подходов и рекомендаций позволит повысить экологическую устойчивость промышленной зоны и создать более безопасную и комфортную среду проживания для населения, при этом древесные насаждения должны рассматриваться как полноценный и высокоэффективный инструмент экологической защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зализняк, Е. А. Актуальность разработки методики оценки экологического состояния зеленых насаждений г. Волгограда / Е. А. Зализняк, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 14–21. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.3.2>

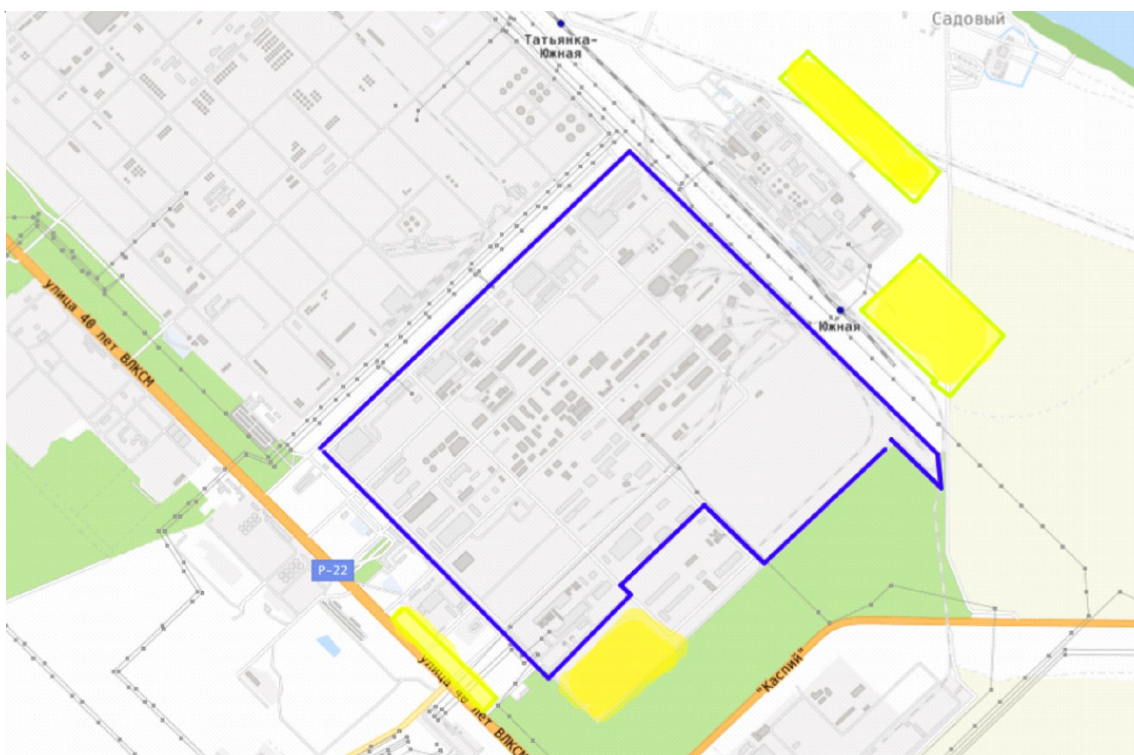


Рис. 8. Предлагаемые участки высадки зеленых насаждений вблизи территории ОАО «Каустик»

2. Значение индекса NDVI // EO Browser (Sentinel Hub). – URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
3. ЗОУИТ Санитарно-защитная зона предприятий, сооружений и иных объектов // Национальная система пространственных данных. – URL: <https://nspd.gov.ru/map?thematic=Default&zoom>.
4. Иванцова, Е. А. Аридные экосистемы в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов, Н. В. Онистратенко // Академический вестник ЕЛПИТ. – 2018. – Т. 3, № 4(6). – С. 22–28.
5. Иванцова, Е. А. Дистанционная оценка состояния зеленых насаждений в санитарно-защитных зонах предприятий / Е. А. Иванцова, Р. В. Овсянкин // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Соленое Займище, 2018. – С. 310–316.
6. Иванцова, Е. А. Управление эколого-экономической безопасностью промышленных предприятий / Е. А. Иванцова, В. А. Кузьмин // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2014. – № 5 (28). – С. 136–146. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2014.5.14>
7. Иванцова, Е. А. Характер взаимодействия компонентов антропогенно-трансформированных экосистем юга России / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3(55). – С. 79–86.
8. Иванцова, Е. А. Экологическая оценка и оптимизация состояния зеленых насаждений г. Волгограда / Е. А. Иванцова, К. В. Миронова // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году экологии в России. – Соленое Займище, 2017. – С. 124–129.
9. Нгуен, М. Т. Филлофаги древесных растений в рекреационно-озеленительных насаждениях Волгограда / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 5–11. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.1>
10. Овсянкин, Р. В. Воздействие антропогенной нагрузки на насаждения в функциональных зонах урбанизированной среды г. Волгограда / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 350–356.
11. Овсянкин, Р. В. Компьютерное картографирование сохранности зеленых насаждений в городских ландшафтах / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2(42). – С. 134–140.
12. Овсянкин, Р. В. Состояние зеленых насаждений в промышленной зоне г. Волгограда / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2(42). – С. 119–127.
13. Овсянкин, Р. В. Состояние древесных насаждений южной промзоны г. Волгограда / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 544–547.
14. Особенности формирования комфортной городской среды (на примере г. Волгограда) / А. В. Холоденко [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 5. – С. 23–31.
15. Результаты оперативного контроля атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне АО «КАУСТИК» // Официальный сайт АО «КАУСТИК». – URL: <https://www.kaustik.ru/ru/index.php/o-kompanii/ekologicheskaya-otvetstvennost/rezultaty-operativnogo-kontrolya-atmosfernogo-vozdukha>
16. Решение Волгоградской городской Думы от 21.12.2018 № 5/115 Об утверждении Правил землепользования и застройки городского округа город-герой Волгоград // Администрация Волгограда. – URL: <https://www.volgadmin.ru/d/documents/finddoc/23936>
17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: издание официальное : утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30.03.2003 : введен 01.03.2008. – М. : Гарант, 2003. – 30 с.
18. Тихонова, А. А. Оценка жизненного состояния древесной растительности санитарно-защитной зоны АО «ФНЦП «Титан-Баррикады» в Волгограде / А. А. Тихонова, Е. А. Иванцова // Экология урбанизированных территорий. – 2020. – № 3. – С. 22–27.
19. ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий. – М : СТРОИЗДАТ, 1984. – 87 с.
20. Environmental Evaluation of the System of Protective Forest Plantations in Urban Landscapes Volgograd Agglomeration Using Gis-Technologies / E. A. Ivantsova, A. A. Matveeva, N. V. Onistratenko, R. V. Ovsyankin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 224. – 2019.

REFERENCES

1. Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A. Aktualnost razrabotki metodiki otsenki ehkologicheskogo sostoyaniya zelenykh nasazhdeniy g. Volgograda [The

Relevance of Developing a Methodology for Assessing the Ecological Condition of Volgograd's Green Spaces]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 14-21. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.3.2>

2. Znachenie indeksa NDVI [NDVI Index Value]. *EO Browser (Sentinel Hub)*. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

3. ZOUIT Sanitarno-zashchitnaya zona predpriyatiy, sooruzheniy i inykh ob'ektov [Zones with Special Conditions for the Use of Territories (ZOOITS). Sanitary Protection Zone of Enterprises, Structures and Other Facilities]. *Natsionalnaya sistema prostranstvennykh dannykh* [National Spatial Data System]. URL: <https://nspd.gov.ru/map?thematic=Default&zoom>

4. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V. Aridnie ekosistemy v usloviyakh tehnogennoy pressinga [Arid Ecosystems Under Technogenic Pressure]. *Akademicheskii vestnik ELPIT*, 2018, vol. 3, no. 4 (6), pp. 22-28.

5. Ivantsova E.A., Ovsyankin R.V. Distantsionnaya ocenka sostoyaniya zelenykh nasajdeniy v sanitarno-zashchitnykh zonakh predpriyatiy [Remote Assessment of the Condition of Green Spaces in Sanitary Protection Zones of Enterprises]. *Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mejdunar. nauch.-prakt. konf.* [Results and Prospects of the Agro-Industrial Complex Development: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoe Zaimishche, 2018, pp. 310-316.

6. Ivantsova E.A., Kuzmin V.A. Upravlenie ekologo-economicheskoy bezopasnostyu promyshlennykh predpriyatiy [Management of Ecological and Economic Security of Industrial Enterprises] *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2014, no. 5 (28), pp. 136-146. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2014.5.14>

7. Ivantsova E.A., Novochadov V.V. Harakter vzaimodeystviya komponentov antropogennotransformirovannykh ekosistem jura Rossii [Nature of Interaction Between Components of Anthropogenically Transformed Ecosystems in Southern Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovaniye* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 3 (55), pp. 79-86.

8. Ivantsova E.A., Mironova K.V. Ecologicheskaya ocenka i optimizaciya sostoyaniya zelenykh nasajdeniy g. Volgograda [Environmental Assessment and Optimization of Volgograd's Green Spaces]. *Nauchno-prakticheskie puti povysheniya*

ecologicheskoy ustoychivosti i socialno-economicheskoe obespechenie selskohozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mejdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. godu ekologii v Rossii [Scientific and Practical Ways to Improve Environmental Sustainability and Socioeconomic Support for Agricultural Production. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Year of Ecology in Russia]. Solenoe Zaimishche, 2017, pp. 124-129.

9. Nguen M.T., Ivantsova E.A. Fillofagi drevesnykh rasteniy v rekreacionno-ozelenitelnykh nasajdeniyakh Volgograda [Phyllophages of Woody Plants in Recreational and Landscaping Plantings of Volgograd]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.1>

10. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Vozdeystvie antropogennoy nagruzki na nasajdeniya v funktsionalnykh zonakh urbanizirovannoy sredy g. Volgograda [The Impact of Anthropogenic Load on Plantings in the Functional Zones of the Urbanized Environment of Volgograd]. *Ecologicheskaya bezopasnost i ohrana okruzhayushchey sredy v regionakh Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in the Regions of Russia: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 350-356.

11. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Komputernoe kartografirovaniye sohrannosti zelenykh nasajdeniy v gorodskikh landshtafakh [Computer Mapping of the Preservation of Green Spaces in Urban Landscapes]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee rofessionalnoe obrazovanie* [Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], 2016, no. 2 (42), pp. 134-140.

12. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Sostoyanie zelenykh nasajdeniy v promyshlennoy zone g. Volgograda [The State of Green Spaces in the Industrial Zone of Volgograd]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2016, no. 2 (42), pp. 119-127.

13. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Sostoyanie drevesnykh nasajdeniy u jnoy promzony g. Volgograda [The State of Tree Plantations in the Southern Industrial Zone of Volgograd]. *Geopolitika i ecogeodinamika regionov* [Geopolitics and Ecogeodynamics of Regions], 2014, vol. 10, no. 2, pp. 544-547.

14. Kholodenko A.V., Menzelintseva N.V., Tikhonova A.A., Cherkashin M.D., Bogatkin D.V. Osobennosti formirovaniya komfortnoi gorodskoi

sredy (na primere g. Volgograda) [Features of the Formation of a Comfortable Urban Environment (On the Example of Volgograd)]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering Journal of Don], 2025, no. 5, pp. 23-31.

15. Rezultaty operativnogo kontrolya atmosfernogo vozdukha v sanitarno-zashchitnoi zone AO «KAUSTIK» [Results of Operational Monitoring of Atmospheric Air in the Sanitary Protection Zone of JSC CAUSTIC]. *Ofitsialnyi sait AO «KAUSTIK»* [Official Website of JSC “KAUSTIK”]. URL: <https://www.kaustik.ru/ru/index.php/o-kompanii/ekologicheskaya-otvetstvennost/rezultaty-operativnogo-kontrolya-atmosfernogo-vozdukha>

16. Reshenie Volgogradskoi gorodskoi Dumy ot 21.12.2018 № 5/115 Ob utverzhdenii Pravil zemlepolzovaniya i zastroiki gorodskogo okruga gorod-geroi Volgograd [Decision of the Volgograd City Duma Dated December 21, 2018 No. 5/115 On Approval of the Rules of Land Use and Development of the Hero City Volgograd Urban District]. *Administratsiya Volgograda* [Volgograd Administration]. URL: <https://www.volgadmin.ru/d/documents/finddoc/23936>

17. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. Sanitarno-ehpidemiologicheskie pravila i normativy. Sanitarno-zashchitnye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatii, sooruzhenii i inykh obektov: izdanie ofitsialnoe: utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossiiskoi Federatsii

30.03.2003: vveden 01.03.2008 [SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations. Sanitary Protection Zones and Sanitary Classification of Enterprises, Structures, and Other Facilities: Official Publication. Approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on March 30, 2003. Introduced on March 1, 2008]. Moscow, Garant Publ., 2003. 30 p.

18. Tihonova A.A., Ivantsova E.A. Ocenka zhiznennogo sostoyaniya drevesnoj rastitelnosti sanitarno-zashchitnoj zony AO «FNPC «Titan-Barrikady» v Volgograde [Assessment of the Living Condition of Woody Vegetation of the Sanitary Protection Zone of JSC “FNPC “Titan-Barricades” in Volgograd]. *Ekologiya urbanizirovannykh territorij* [Ecology of Urbanized Territories], 2020, no. 3, pp. 22-27.

19. TSNiIP gradostroitelstva Gosgrazhdanstroya Rukovodstvo po proektirovaniyu sanitarno-zashchitnykh zon promyshlennykh predpriyatii [TsNIIP Urban Planning Gosgrazhdanstroy Guidelines for the Design of Sanitary Protection Zones of Industrial Enterprises]. Moscow, STROIZDAT, 1984. 87 p.

20. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Onistratenko N.V., Ovsyankin R.V. Environmental Evaluation of the System of Protective Forest Plantations in Urban Landscapes Volgograd Agglomeration Using GIS-Technologies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 224, 2019.

Information About the Authors

Danila D. Lomtev, Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, danillomtev25@gmail.com

Elena A. Zaliznyak, Senior Lecturer, Department of Ecology and Environmental Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, zaliznyak@volsu.ru

Elena A. Ivantsova, Doctor of Sciences (Agriculture), Director of the Institute of Natural Sciences, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ivantsova@volsu.ru

Информация об авторах

Данила Денисович Ломтев, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, danillomtev25@gmail.com

Елена Алексеевна Зализняк, старший преподаватель кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, zaliznyak@volsu.ru

Елена Анатольевна Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук, директор института естественных наук, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ivantsova@volsu.ru



ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.2>

UDC 502.3

LBC 20.17



ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS ALONG THE COAST OF THE EVAPORATOR POND UNDER CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC PRESSURE ON THE AQUATIC AND COASTAL ECOSYSTEMS OF THE BOLSHOY LYMAN (VOLGOGRAD REGION)

Nikolay V. Onistratenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Anastasia N. Shkoot

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of diagnostics of changes in the biological activity of the soil of the Bolshoy Lyman evaporation pond by an operational method for determining protease activity in it using the Adobe Photoshop graphics editor. The long-term flow of polluted waters into the body of the pond has led not only to the accumulation of negative factors in this artificial reservoir but also to the formation of a very specific ecosystem that affects both the underlying relief, groundwater, and coastal landscapes and, indirectly, vast territories and the air basin of the Volga region.

Key words: protease activity, Volzhsky, Bolshoy Lyman evaporation pond, soil, man-made object.

Citation. Onistratenko N.V., Shkoot A.N. Assessment of the Level of Enzymatic Activity of Soils Along the Coast of the Evaporator Pond Under Conditions of Anthropogenic Pressure on the Aquatic and Coastal Ecosystems of the Bolshoy Lyman (Volgograd Region). *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 15-22. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.2>

УДК 502.3

ББК 20.17

ОЦЕНКА УРОВНЯ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ ПОБЕРЕЖЬЯ ПРУДА-ИСПАРИТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ПРЕССИНГА НА АКВАЛЬНЫЕ И ПРИБРЕЖНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ БОЛЬШОГО ЛИМАНА (ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ.)

Николай Владимирович Онистратенко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Анастасия Николаевна Шкут

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты диагностики изменений биологической активности почвы пруда-испарителя Большой Лиман путем оперативного способа определения протеазной активности в ней с помощью графического редактора AdobePhotoshop. Установлено, что многолетнее поступление загрязненных вод в тело пруда привело не только к накоплению негативных факторов в данном искусственном водоеме, но и к формированию весьма специфической экосистемы, влияющей и на подстилающий рельеф, и на подземные воды, и на прибрежные ландшафты, а опосредованно – на обширные территории и воздушный бассейн Заволжья.

Ключевые слова: активность протеазы, г. Волжский, пруд-испаритель Большой Лиман, почва, техногенный объект.

Цитирование. Онистратенко Н.В., Шкут А.Н. Оценка уровня ферментативной активности почв побережья пруда-испарителя в условиях техногенного прессинга на аквальные и прибрежные экосистемы большого лимана (Волгоградская обл.) // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 15–22. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.2>

Введение

Формирование индустриального каркаса современного города невозможно без использования экологических ресурсов территорий, на которых расположен город, и прилегающих ландшафтов. Техногенный прессинг, оказываемый промышленностью, транспортном и хозяйственными процессами города на элементы антропоэкосистемы, закономерно отразится не только на каждом элементе экосистемы, но и на человеческом обществе во всем его разнообразии и сложности социально-экономических связей [3; 5; 7; 11]. Оценка степени воздействия на элементы ландшафта – насущная потребность системы управления природопользованием и охраны природы. Важным элементом ландшафтов левобережья Волгоградской области, влияющим на городские объекты, бассейн реки Волги и бессточную заволжскую равнину, является крупный техногенный водный объект – пруд-испаритель промышленного кластера г. Волжского, получивший название Большой Лиман [1].

Город Волжский является вторым промышленным центром Волгоградской области. Его основа – это такие индустриальные направления, как гидроэнергетика, строительная, химическая и металлургическая промышленности. Сточные воды города и предприятий сбрасываются в пруд-испаритель Большой Лиман из-за того, что даже прошедшие очистку сточные воды не подлежат сбросу в естественные водоемы ввиду повышенного со-

держания органических солей и различных загрязнений.

Неудовлетворительное экологическое состояние Большого Лимана вызывает серьезные опасения, так как сам он практически утратил способность самоочищаться, а продолжение сброса токсичных вод грозит экологической катастрофой не только для Большого Лимана, но и для всего региона.

Актуальность выбранной темы обусловлена неудовлетворительным состоянием пруда-испарителя Большой Лиман (далее – Б. Лиман), а также негативными последствиями, которые отрицательно влияют на различные компоненты среды, в том числе почвенные.

Цель работы – исследовать уязвимые почвы пруда-испарителя Большой Лиман усовершенствованным методом определения протеазной активности по Мишустину [6].

Задачи исследования:

- выполнить теоретический обзор;
- заложить исследуемые площадки и осуществить отбор проб почвы с пруда-испарителя Большой Лиман;
- провести работу по определению показателя протеазной активности в почвенных образцах пруда-испарителя Большой Лиман.

Объектом исследования является экологическая система Большого Лимана.

Предмет данной статьи – это процесс загрязнения Большого Лимана как изолированной водно-экологической системы.

В административном отношении исследуемая территория расположена в пределах

Ленинского и Средне-Ахтубинского районов Волгоградской области.

Введен в эксплуатацию как пруд-испаритель в 1962 году. Главное назначение Б. Лимана – это накопление и испарение очищенных химзагрязненных стоков в смеси с очищенными хозяйственными стоками [8]. С 1979 года произошел рост промышленности, что, как следствие, привело к превышению количеств стоков, что в скором времени сказалось на Большом Лимане: произошло его переполнение. Это создало серьезную опасность, так как была угроза прорыва дамб.

В 1983 году обнаружилась вторая проблема. Произошло загрязнение стоками предприятий «Волжский оргсинтез» и «Волжский каучук» подземного хазарского водоносного горизонта. Сточные воды данных предприятий через суглинки протекали по кровле шоколадных глин и через «окна» фильтровались вниз в хазарский горизонт. Таким образом, заявление авторов проекта, что утечка стоков полностью исключена, можно считать неверным [9]. В качестве исследования большой интерес вызвали уязвимые прибрежные ландшафты пруда-испарителя Большой Лиман.

Биологическое воспроизводство и поддержание почвенного состояния невозможно без учета микробиологической и, соответственно, ферментативной составляющей [2; 4]. Протеазная активность является одним из интегральных показателей общей биологической активности почвы и отражает ее потенциальную способность редуцировать белки и пептиды. Общеизвестна ключевая роль протеазы в мобилизации и круговороте азота. Обусловленное активностью протеолитических эдафознзимов увеличение содержания подвижного азота и других питательных элементов в почве способствует активизации процесса окисления целлюлозы. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы осуществляют расщепление клетчатки, одновременно синтезируя и частично выделяя аминокислоты в окружающую среду [10].

Существующие методики подсчета активности этого фермента отличаются трудоемкостью и применением достаточно большого количества реактивов и приборов. Кроме того, погрешности при таком анализе весьма

существенны [10]. В работе А.С. Холодной и К.А. Десяткина [10] был представлен усовершенствованный метод определения протеазной активности по Мишустину и разработан точный экспресс-метод, позволяющий быстро и просто оценивать количественный показатель протеазной активности в почве. Это нововведение значительно упрощает и ускоряет существующие методики, давая объективные данные о качестве почвы. Также важно отметить, что данный метод легко воспроизводим на практике при минимуме необходимых материалов. Поэтому предложенный метод имеет значительные преимущества по сравнению с уже существующими.

Материалы и методы исследования

Определение ферментативной активности по показателям активности протеазы выполнено в аккредитованной лаборатории АО «Волжский трубный завод» ECOHOUSETMK. В основу способа положен метод определения протеазной активности по Мишустину [6; 10].

Для проведения определения были задействованы следующие материалы:

- 1) почвенные образцы (50 г – масса одного образца);
- 2) пластиковые контейнеры;
- 3) неэкспонированная фотопленка Kodak Vision;
- 4) дистиллированная вода;
- 5) лабораторные весы;
- 6) МФУ LaserJetProMFP M428fdw (сканер);
- 7) Графический редактор Adobe Photoshop CC 2018.

В феврале 2025 года был произведен отбор проб почвы с пруда-испарителя Большой Лиман. Температура в данный день была +8 градусов. Снежный покров отсутствовал. Точки отбора почвенных образцов представлены на рисунке 1. Для сравнения в тот же день была отобрана проба почвы с природного парка «Волго-Ахтубинская пойма».

На дно пластикового контейнера был выложен отрезок пленки размером 10×3,5 см желатиновым слоем вверх. На пленку выложили исследуемую почву навеской равной 50 г. Далее почвенные образцы увлажнялись дистиллированной водой (до 80 % от полной влагоемкости почвы).

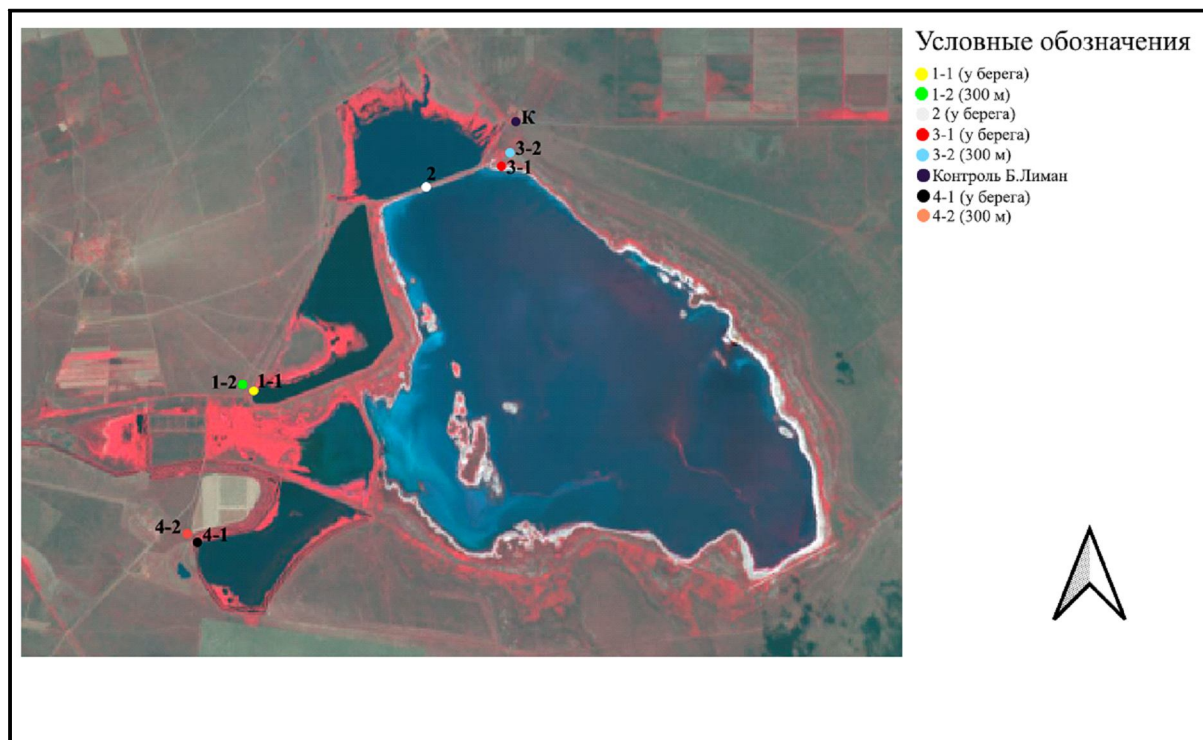


Рис. 1. Точки отбора проб почвы с пруда-испарителя Большой Лиман
(составлено А.Н. Шкут на основании QGIS [12])

На 4-й день пленки извлекли для дальнейшего определения количественной величины активности протеазы. Осторожно промыли дистиллированной водой и высушили в лаборатории.

Полученные пленки просканировали на Lazer Jet Pro MFP M428fdw и перевели в электронный вид. Контрольным образцом являлась пленка с неразложившимся желатином.

Отсканированное изображение открыли в графическом редакторе Adobe Photoshop и создали новый графический документ размером $3,5 \times 10$ см с прозрачным фоном и разрешением 78,74 пикселей на сантиметр. Из отсканированной области скопировали выделенный участок с фотопленкой и вставили его в созданный файл, масштабируя по размеру. Затем с помощью функции «Выделение → Цветовой диапазон» выбрали цвет фона, используя пипетку для выбора желатинового слоя; установили значение «разброса» на 200 для максимальной точности. Далее открыли инструмент «Гистограмма», где можно увидеть площади всего изображения и фона, соответствующего

участкам ферментативно разрушенного желатина. На основе соотношения площадей участка с разрушенным желатиновым слоем и контрольного образца вычислили общую биологическую активность почвы в процентах [10]. Оцифрованные пленки 1 серии представлены на рисунке 2.

Ниже приведен алгоритм пересчета для изображений с разрешением 78,74 пкс/см и пленок размером $3,5 \times 10$ см. Площадь одного квадратного сантиметра в пересчете на пиксели: $S = 78,74 \times 78,74 = 6\,200$ пкс.

1) площадь пленки в пикселях: $S_{пл} = 116\,427$ пкс.

Проверка:

а) $S_{пл} = 3,5 \times 10 = 35 \text{ см}^2$

б) $S_{пл} = 217\,212 / 6\,200 = 35 \text{ см}^2$

2) Площадь разложившегося желатинового слоя (см^2):

$S_{ж} = S_{ж} (\text{пкс}) / 6\,200$

3) Активность протеазы (%):

$ПА = S_{ж} / S_{пл} \times 100$

За результат проделанной работы принимали среднее арифметическое значение двух параллельных определений [10].

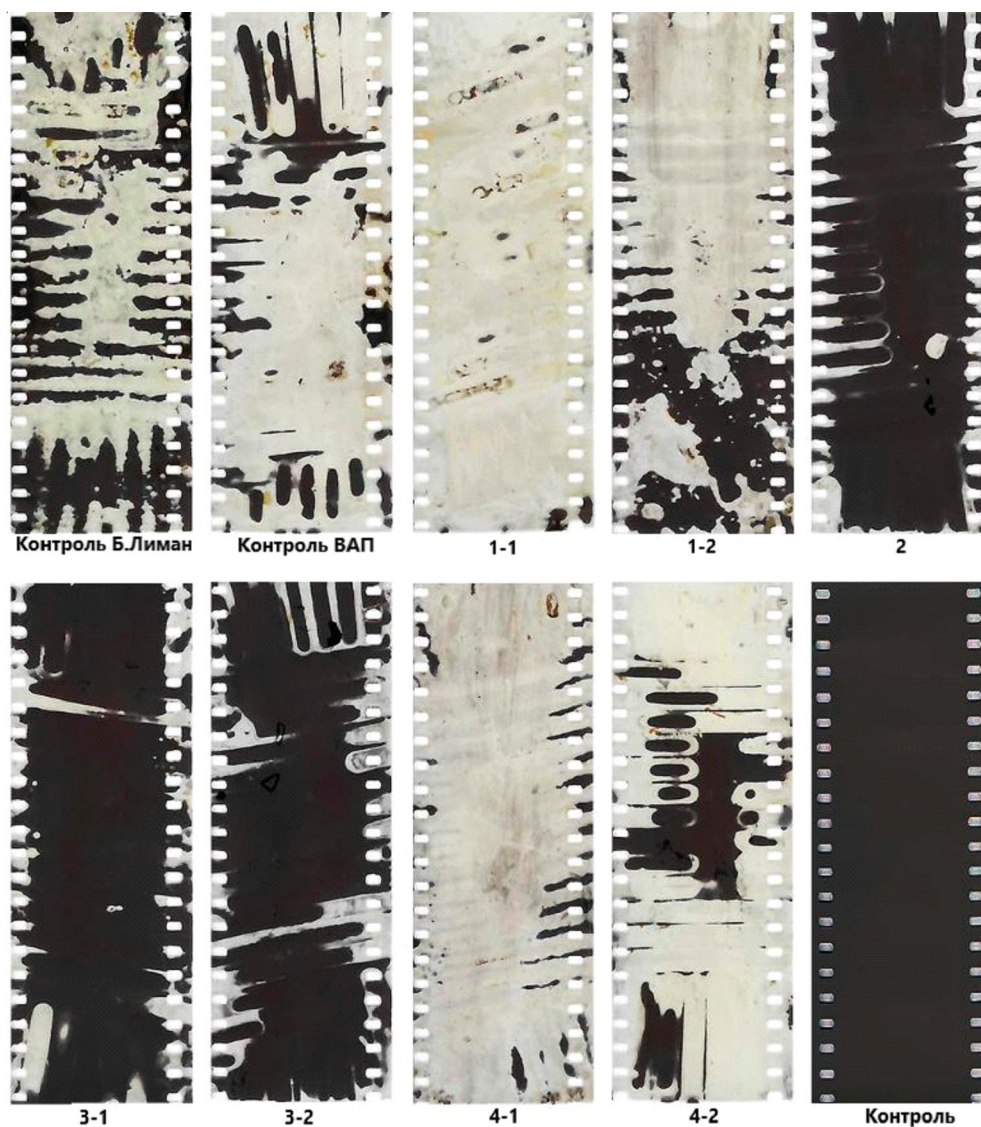


Рис. 2. Оцифрованные пленки с отпечатками, выявляющими активность протеазы в почве (фото А.Н. Шкут)

Результаты и обсуждение

Предложенный алгоритм определения функциональной устойчивости почв, включающий ряд несложных, нетрудоемких, дешевых этапов, благодаря которым получены данные по исследуемым почвам, позволил выявить, что высокая протеазная активность наблюдается в пробе 1-1 (у берега), 4-1 (у берега), в контрольной пробе, отобранной в природном парке «Волго-Ахтубинская пойма» (см. таблицу).

Высокую протеазную активность можно обосновать наличием содержания гумуса. Это касается контрольной пробы, отобранной в зоне ООПТ. Если же говорить о высоких показателях в пробах 1-1 и 4-1, то можно предположить, что фактором являет-

ся ежегодное затопление данных территорий сточной водой. Так, проба 1-1 расположена возле сливной трубы, принадлежащей ООО «Волжские стоки». Точка 4-1 расположена в пруду «Почтарик», где происходит очищение хоз-фекальной и бытовой воды. Также стоит отметить тот факт, что данные территории испытывают большую техногенную и антропогенную нагрузку.

Низкий показатель отмечен в точках 2 и 3-1 (у берега). Главным фактором является отмеченное высокое солесодержание в данных пробах. Так, в ноябре 2024 года был проведен отбор проб почвы с данных точек, по результатам чего было выявлено, что в точке 2 солесодержание составило 3 480 мг/дм³, а в точке 3-1 – 2 490 мг/дм³.

Протеазная активность почв с пруда-испарителя Большой Лиман при увлажнении образцов до 80 % от полной влагоемкости

Точка отбора почвы	ПА 1, %	ПА 2, %	ПА _{ср.} %
1-1	98,9	97,1	98,0
1-2	77,1	79,6	78,4
2	18,6	17,4	18,0
3-1	20	21,7	20,9
3-2	27,1	27,9	27,5
4-1	94,3	96,5	95,4
4-2	72,9	70,6	71,8
Контроль Б.Лиман	62,3	63,4	62,9
Контроль ВАП	80,0	82,1	81,1

Заключение

Результаты исследования наглядно свидетельствуют о широком диапазоне показателей протеазной активности почв прибрежных ландшафтов Большого Лимана, связанном с разнообразием качественных факторов и уровня техногенной нагрузки на аквальные экосистемы объекта. В то же время исследование подтвердило применимость данной методики в системе экологического мониторинга природно-ландшафтных и антропогенных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водохранилища, пруды и озера Волгоградской области / А. С. Овчинников [и др.]. – Волгоград : Изд-во ВолГАУ, 2020. – 352 с.
2. Герман, Н. В. Особенности микробных сообществ в зональных почвах аридной зоны юго-востока европейской части России / Н. В. Герман, Е. А. Иванцова, А. В. Холоденко // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2017. – Т. 7, № 3. – С. 31–38. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsul.1.2017.3.4>
3. Иванцова, Е. А. Аридные экосистемы в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов, Н. В. Онистратенко // Академический вестник ЕЛПИТ. – 2018. – Т. 3, № 4 (6). – С. 22–28.
4. Иванцова, Е. А. Противоэрозионные мероприятия воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 67. – С. 161–164.
5. Иванцова, Е. А. Характер взаимодействия компонентов антропогенно-трансформированных экосистем юга России / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов // Известия Нижневолжского агроуниверси-

тетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 79–86.

6. Мишустин, Е. Н. Аппликационные методы в почвенной микробиологии / Е. Н. Мишустин, И. С. Востров // Микробиологические и биохимические исследования почв. – Киев, 1971. – 110 с.

7. Овсянкин, Р. В. Воздействие антропогенной нагрузки на насаждения в функциональных зонах урбанизированной среды г. Волгограда / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 350–356.

8. ООО «Волжские стоки» : офиц. сайт. – URL: <https://vlzstoki.ru/about>

9. Сергиенко, Л. И. Защита водных источников от загрязнения сточными водами на примере г. Волжского волгоградской области / Л. И. Сергиенко. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-vodnyh-istochnikov-ot-zagryazneniya-stochnymi-vodami-na-primere-g-volzhskogo-volgogradskoi-oblasti?ysclid=m98w3fsp8m510582444>

10. Холодная, А. С. Оперативная диагностика функциональной стойкости почв под действием различных нагрузок / А. С. Холодная, К. А. Десятник // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2018. – № 2. – С. 48–56. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39565930&ysclid=m98w6cevr1901601506>

11. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

12. QGIS : офиц. сайт. – URL: <https://qgis.org/>

REFERENCES

1. Ovchinnikov A.S., Loboyko V.F., Yakovlev S.V., Ovcharov A.U., Ivantsova E.A., Soboleva I.A. *Vodohranilishcha, prydy i ozera Volgogradskoy*

oblasti [Reservoirs, Ponds and Lakes of the Volgograd Region]. Volgograd, Izd-vo VolGAU, 2020. 352 p.

2. German N.V., Ivantsova E.A., Holodenko A.V. Osobennosti mikrobnyh soobshеств v zonalnyh pochvah aridnoj zony jugo-vostoka evropejskoj chasti Rossii [Features of Microbial Communities in Zonal Soils of the Arid Zone South-East of the European of Russia]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural Sciences], 2017, vol. 7, no. 3, pp. 31-38. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2017.3.4>

3. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V. Aridnie ekosistemy v usloviyah tehnogennoego pressinga [Arid Ecosystems Under Technogenic Pressure]. *Akademicheskij vestnik ELPIT*, 2018, vol. 3, no. 4 (6), pp. 22-28.

4. Ivantsova E.A. Protivoerozionnye meropriatia i vosproizvodstvo plodorodiya pochvennogo pokrova v Nizhnevolzhskom regione [Erosion Control Measures and Reproduction of Soil Fertility Cover in the Lower Volga Region]. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchogo centra RAN* [Proceedings of the Institute of Geology, Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2016, no. 67, pp. 161-164.

5. Ivantsova E.A., Novochadov V.V. Harakter vzaimodejstviya komponentov antropogenno-transformirovannyh ekosistem juga Rossii [Nature of Interaction Between Components of Anthropogenically Transformed Ecosystems in Southern Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovaniye* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 3 (55), pp. 79-86.

6. Mishustin E.N., Vostrov I.S. Applikacionnye metody v pochvennoj mikrobiologii [Applicative Methods in Soil Microbiology]. *Mikrobiologicheskie i biokhimicheskie issledovaniya pochv* [Microbiological and Biochemical Studies of Soils]. Kyiv, 1971. 110 p.

7. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Vozdeystvie antropogennoj nagruzki na nasazhdeniya v funktsionalnyh zonah urbanizirovannoy sredy g. Volgograda [The Impact of Anthropogenic Load on Plantings in the Functional Zones of the Urbanized Environment of Volgograd]. *Ekologicheskaya bezopasnost i ohrana okruzhayushchey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseros. nauch.-pract. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in the Regions of Russia: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 350-356.

8. ООО "Волжские Стоки": офіс. сайт [Official Website of LLC "Volzhskie Stoki"]. URL: <https://vlzstoki.ru/about>

9. Sergienko L.I. Zashchita vodnyh istochnikov ot zagryazneniya stochnymi vodami na primere g. Volzhskogo Volgogradskoy oblasti [Protection of Water Sources from Wastewater Pollution Using the Example of Volzhsky City, Volgograd Region]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zashchita-vodnyh-istochnikov-ot-zagryazneniya-stochnymi-vodami-na-primere-g-volzhskogo-volgogradskoi-oblasti?ysclid=m98w3f8m510582444>

10. Holodnaya A.S., Desjatnik K.A. Operativnaya diagnostika funktsionalnoj stoykosti pochv pod dejstviem razlichnyh nagruzok [Operational Diagnostics of Functional Stability of Soils Under Different Loads]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya* [Journal of the Belarusian State University. Ecology], 2018, no. 2, pp. 48-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39565930>

11. Ivantsova E.A., Postnova M.V., Sagalaev V.A., Matveeva A.A., Kholodenko A.V. Ekologicheskaya ocenka gorodskih aglomeracij na osnove indikatorov ustoychivogo razvitiya [Ecological Evaluation of Urban Agglomerations Based on Sustainable Development Indicators]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ecologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Economics], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

12. QGIS: офіс. сайт [Official Website of QGIS]. URL: <https://qgis.org/>

Information About the Authors

Nikolay V. Onistratenko, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Ecology and Environmental Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetskiy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, onistratenko@volsu.ru

Anastasia N. Shkoot, Master's Student, Department of Ecology and Environmental Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetskiy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, chskut@mail.ru

Информация об авторах

Николай Владимирович Онистратенко, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, onistratenko@volsu.ru

Анастасия Николаевна Шкут, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, chskut@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.3>

UDC 574.2(470.45)

LBC 28.085.2(2Рос-4Вор)

MONITORING, CONSERVATION AND RESTORATION OF RARE INSECT SPECIES ON THE TERRITORY AND IN THE ZONE OF INFLUENCE OF A LINEAR FEATURE (A BRIDGE CROSSING OVER THE VOLGA RIVER IN VOLGOGRAD)

Denis A. Solodovnikov

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Diana A. Semenova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. As a result of the research conducted on the territory and in the area of influence of the facility “Construction of the second, third, and fourth launch complexes of the Volga River bridge in Volgograd,” it was found that 7 species of rare insects live within the boundaries of the permanent and temporary allotment zone: *Lucanus cervus* L. (deer beetle), *Calosoma sycophanta* L. (red-smelling jelly), *Anax imperator* Leach. (the emperor's watchman), *Protaetia speciosissima* Scopoli (smooth bronze), *Catocala fraxini* L. (blue ribbon of the Order), *Catocala sponsa* L. (crimson ribbon of the Order), and *Driopa Mnemosyne* L. (mnemosyne). Information about the areas of the territory where the considered rare insect species had not previously been recorded is systematized, information about confirmed and identified habitats is obtained, and ecological and biological features of the development and distribution of rare arthropod species within the specially protected natural territory of federal significance – the Volga-Akhtuba Floodplain Nature Park – are revealed. A program of industrial environmental control over the nature of changes in all components of the ecosystem during the construction and operation of a linear feature has been developed, and a set of appropriate measures and technical solutions has been proposed.

Key words: specially protected objects, rare insect species, linear feature, Volgograd, Volga-Akhtuba Floodplain Nature Park.

Citation. Solodovnikov D.A., Ivantsova E.A., Semenova D.A. Monitoring, Conservation and Restoration of Rare Insect Species on the Territory and in the Zone of Influence of a Linear Feature (A Bridge Crossing over the Volga River in Volgograd). *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 23-32. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.3>

УДК 574.2(470.45)

ББК 28.085.2(2Рос-4Вор)

МОНИТОРИНГ, СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ И В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА (МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ РЕКУ ВОЛГА В г. ВОЛГОГРАДЕ)

Денис Анатольевич Солодовников

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Диана Александровна Семенова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В результате проведенных исследований на территории и в зоне влияния объекта «Строительство второго, третьего и четвертого пусковых комплексов мостового перехода через реку Волга в г. Волгограде» установлено, что в границах полосы постоянного и временного отвода обитает 7 видов редких насекомых: *Lucanus cervus* L. (жук-олень), *Calosoma sycophanta* L. (красотел пахучий), *Anax imperator* Leach. (дозорщик-император), *Protaetia speciosissima* Scopoli (бронзовка гладкая), *Catocala fraxini* L. (лента орденская голубая), *Catocala sponsa* L. (лента орденская малиновая), *Driopa mnemosyne* L. (мнемозина). Систематизированы сведения об участках территории, на которых ранее не фиксировались рассмотренные редкие виды насекомых, получены сведения о подтвержденных и выявленных местах их обитания, выявлены эколого-биологические особенности развития и распространения редких видов членистоногих в пределах особо охраняемой природной территории федерального значения – «Природный парк “Волго-Ахтубинская пойма”». Разработана Программа производственного экологического контроля за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации линейного объекта, предложен комплекс соответствующих мероприятий и технических решений.

Ключевые слова: особо охраняемые объекты, редкие виды насекомых, линейный объект, г. Волгоград, Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма».

Цитирование. Солодовников Д. А., Иванцова Е. А., Семенова Д. А. Мониторинг, сохранение и восстановление редких видов насекомых на территории и в зоне влияния линейного объекта (мостового перехода через реку Волга в г. Волгограде) // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 23–32. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.3>

Введение

Разнообразные и ценные природные ресурсы Волгоградской области находятся под угрозой из-за комплекса экологических проблем, которые приводят к сокращению биологического разнообразия, включая исчезновение редких видов растений и животных [1; 4–7; 9–13; 16; 21; 22].

Научно-исследовательские работы на территории объекта «Строительство второго, третьего и четвертого пусковых комплексов мостового перехода через реку Волга в г. Волгограде» (далее – Объект) проводились в целях уточнения ранее выявленных мест обитания объектов животного мира, в том числе представителей членистоногих, нуждающихся в специальных мерах охраны, с целью изучения и оценки состояния природных популяций, а также разработки мер по их сохранению и восстановлению.

Материалы и методы исследования

Трасса линейного объекта общей протяженностью 9,7 км располагается на землях

Фрунзенского сельского поселения Среднеахтубинского муниципального района Волгоградской области и протекает севернее существующей автомобильной дороги, соединяющей р.п. Средняя Ахтуба и г. Краснослободск.

В соответствии с проектной документацией трасса прокладывается в пределах ООПТ «Природный парк “Волго-Ахтубинская пойма”». В результате реализации проекта коренной трансформации подвергнется значительная часть территории природного парка (59,4128 га). Маршрут трассы пересекает две функциональные зоны парка: зону агроландшафтов и рекреационную зону. В связи с необходимостью сохранения уникальной экологической системы Волго-Ахтубинской поймы хозяйственное освоение данной территории регламентируется рядом экологических ограничений.

Исследуемая территория расположена в густонаселенной природной зоне вблизи поселков Третий решающий, Бурковка, Маслово, Госпитомник, СНТ «Опытник-1» и ДНП «Владимирская слобода», характеризуется развитой сетью грунтовых дорог. Общая протяженность автомобильных маршрутов для мони-

торинговых исследований в пределах полосы отвода и зоны влияния Объекта составила 43 км, а пеших учетных маршрутов – около 12 км.

Исследования включали не только полевые работы по выявлению местообитаний краснокнижных видов насекомых, но и комплексный анализ собранных данных в лабораторных условиях, с использованием общепринятых научных методов, как эмпирических, так и теоретических, а также изучение соответствующей документации и литературных источников.

В ходе работы применялись стандартные полевые энтомологические методы без умерщвления насекомых, в частности сбор с поверхности почвы и из-под укрытий, визуальный осмотр листьев, стволов и пней древесно-кустарниковой растительности [2; 17; 20].

Для анализа пространственного распределения редких видов и создания визуальных представлений полученных результатов использовались геоинформационные системы и инструменты электронного картографирования, включая QGIS 3.30.2 и Google Earth Pro [3; 8; 19]. Для определения местоположения объектов в полевых условиях использовались GPS/ГЛОНАСС-приемники Garmin E-trex 30x. В некоторых случаях для более точного определения границ популяций, находящихся в пределах полосы отвода Объекта, применялись высокоточные GNSS-приемники.

Результаты и обсуждения

На участке строительства размещены сельскохозяйственные земли, встречаются разнообразные природные комплексы: старовозрастные дубравы с преобладанием дуба черешчатого, старовозрастные тополевики с доминированием тополя черного, кустарниково-широколистный и злаково-разнотравный с подлеском из клена татарского и дикорастущей сливы колючей (терна), суходольные луга верхнего уровня с отдельно стоящими куртинами дуба черешчатого, а также водные и околосовхозные сообщества вдоль ерика Верблюды.

В результате проведенных исследований на территории Объекта установлено, что в границах полосы постоянного и временного отвода обитает 7 видов редких насекомых: жук-

олень, красотел пахучий, дозорщик-император, бронзовка гладкая, лента орденская голубая, лента орденская малиновая, мнемозина.

Жук-олень (*Lucanus cervus* L.) (рис. 1) имеет охранный статус с 1980-х гг. (внесен в Красную Книгу СССР, 1984). Включен в Красную книгу РФ (2001, 2021) и Красную книгу Волгоградской области (2004, 2017) как сокращающийся в численности и/или распространении вид (категория 2). Категория уязвимости согласно критериям МСОП: LC – вид, вызывающий наименьшие опасения [14; 15].

Вид имеет большой ареал распространения (Европа, Закавказье, Передняя Азия) и является характерным представителем энтомофауны широколиственных лесов. В Волгоградской области встречается повсеместно в пределах произрастания дуба [14; 15].

Жуки от коричневого до буро-черного цвета, достаточно крупные (достигающие в длину до 90 мм). Достаточно ярко выражен половой диморфизм; самцы имеют развитые верхние челюсти (мандибулы), напоминающие олени рога.

Генерация многолетняя; личинки развиваются в подземной части подгнивших стволов, в дуплах, в отмерзшей древесине, преимущественно дуба, от 4–6 лет, максимально до 8 лет. Окукливание личинок наблюдается в начале осени (сентябрь – октябрь) в почвенной «колыбельке» на глубине до 40 см. По нашим наблюдениям, в Волго-Ахтубинской пойме лёт и спаривание имаго начинается в зависимости от погодных условий с конца мая до начала июля.

Стоит отметить, что плотность популяции жука-олени на территории природного парка ВАП ранее не определялась. Косвенные данные свидетельствуют о сокращающейся численности вида вследствие антропогенной хозяйственной деятельности. Кроме того, в природном парке участились случаи гибели особей данного вида в результате неумеренного сбора жуков в любительские энтомологические коллекции и просто ради любопытства. В этой связи сотрудники парка проводят разъяснительные беседы с местным населением, отдыхающими о недопустимости истребления жуков и предупреждают о штрафных санкциях в размере 2 500 руб. и возмещении ущерба в размере 3 000 руб. за каждую особь.

Методика исчисления ущерба популяции жуков при нарушении их местообитаний не разработана. Считаем, что к механическим оценкам возможных потерь вида при уничтожении местообитаний следует подходить достаточно осторожно. Вырубка дубравы (в нашем случае полосы шириной около 70 метров) не только уничтожит лес, но и изменит ландшафтную структуру прилегающей территории.

При вырубке дубов в полосе отвода Объекта, по нашему мнению, необходимо оставить в почве пни этих дубов до конца пер-

вой декады июня. Оптимальным представляется начало вырубки и земляных работ со второй декады июня. В этом случае сохраняется возможность выхода на поверхность и дальнейшего отлета в более подходящие местообитания жуков, окуклившихся осенью. Предлагавшиеся ранее способы переноса пней с массивом грунта чрезвычайно трудноосуществимы, эффективность их неизвестна, методика до настоящего времени не апробирована.

Красотел пахучий (*Calosoma sycophanta* L.) (рис. 2) имеет охранный статус с 1980-х гг.



Рис. 1. Самец жука-олени в полете (фото С.С. Шинкаренко)



Рис. 2. Красотел пахучий (фото С.С. Шинкаренко)

(внесен в КК СССР, 1984). Включен в КК РФ (2001, 2021) как сокращающийся в численности и/или распространении вид (категория 2), в КК ВО (2004, 2017) – как неопределенный по статусу вид (категория 4) [14; 15]. В Волгоградской области в последние годы встречается достаточно редко.

Красотел пахучий – крупная (до 35 мм) хищная жужелица яркой окраски – золотисто-сине-зеленой с металлическим блеском, щупики, усики и ноги черные. Имаго живут до 4 лет. Спаривание и яйцекладка (100–650 яиц) происходят в конце весны – начале лета. Отродившиеся в почве личинки в июле окукливаются, молодые жуки после непродолжительного периода питания зимуют в лесной подстилке, в почве и выходят на поверхность в конце весны.

Для предотвращения гибели особей данного вида необходимо отложить вырубку дубрав и земляные работы в полосе отвода до момента выхода имаго из зимней диапаузы, что даст возможность жукам переместиться на соседние, ненарушенные земляными работами участки.

Бронзовка гладкая (*Protaetia speciosissima* Scopoli) внесена в КК РФ (2001, 2021) как сокращающийся в численности и/или распространении вид (категория 2). В КК ВО (2004, 2017) внесена как сокращающийся в численности вид. Отмечено, что «в Волго-Ахтубинской пойме обитает стабильная популяция»,

«местами вид сравнительно обычен и многочисленен» [14; 15].

Жук золотисто-зеленого цвета, с металлическим блеском, длиной 22–29 мм. Это типичный представитель энтомофауны старовозрастных дубрав. Лет взрослых жуков наблюдается с конца мая до сентября. Личинки развиваются в трухлявой древесине лиственных деревьев, главным образом, дуба.

Для данного вида при проведении мониторинговых обследований указано 1 местонахождение.

Дозорщик-император (*Anax imperator* Leach.) (рис. 3), или дозорщик-повелитель, – одна из самых крупных стрекоз РФ. Занесен в Красные книги ВО (2004, 2017) и РФ, в том числе и в последнее издание (2021). В советские издания Красных книг (КК СССР, 1984; КК РСФСР, 1985) не включался. В КК ВО статус вида: 3 – редкий вид. Отмечается, что «в Волгоградской области сравнительно обычен. Состояние популяции в пределах области опасений не вызывает». Категория уязвимости согласно критериям МСОП – вид, вызывающий наименьшие опасения. Приоритет природоохранных мер III [14; 15] (принятие дополнительных мер, по сравнению с предусмотренными законодательством, не требуется). В КК РФ (2021) статус вида: 5 – восстанавливающийся вид (в Красной книге РФ 2001 г. – 2, сокращающийся в численности вид).



Рис. 3. Дозорщик-император (фото С.С. Шинкаренко)

Крупные глаза стрекозы имеют сине-зеленой оттенок, тело зеленоватое, прозрачные крылья достигают длины до 50 мм, брюшко с хорошо выраженной черной зазубренной продольной полосой у самцов ярко-голубое, у самок – зеленоватое или голубовато-зеленое.

Летают стрекозы с июня до середины августа. Хищные личинки обитают в стоячих и слабопроточных водоемах. На территории области обнаружены несколько сотен местонахождений вида.

В зоне влияния объекта указано 1 местонахождение дозорщика на берегу ерика Судомойка (координаты 48,42,36.9; 44,36,36.6). В ходе полевых обследований были тщательно изучены прибрежные зоны ериков Судомойка и Верблюд в пределах полосы отвода и зоны влияния Объекта. Известное местонахождение удалено от участка строительства (полосы отвода земель) на 260 м, отделено от него широкой полосой густой дубравы и не нарушается в ходе строительных работ.

Лента орденская голубая (*Catocala fraxini* L.) внесена в Красную книгу Волгоградской области (2004, 2017). Категория и статус редкости: 2 – сокращающийся в численности вид. Согласно критериям МСОП, состояние вида вызывает наименьшие опасения. Приоритет природоохранных мер III [14; 15] (принятие дополнительных мер, по сравнению с предусмотренными законодательством, не требуется).

Бабочка в размахе крыльев до 110 мм, окраска передних крыльев – от почти белого до сероватого с тонкими поперечными линиями и черным опылением, задние – темно-бурые или почти черные с широкой голубой полосой. Бабочки активны ночью, летают с середины лета до середины октября. Зимуют в стадии яйца, серые гусеницы с черными точками и светлой спинной полосой активны с мая по июль; питаются листьями различных древесных культур.

Из шести местонахождений вида три попадают в зону влияния Объекта, остальные три находятся за пределами обследуемой территории.

Лента орденская малиновая (*Catocala sponsa* L.), или пурпуровая ленточница (малиновая ленточница), внесена в Красную книгу Волгоградской области (2004, 2017). Кате-

гория и статус редкости: 3 – редкий вид, для которого характерны небольшая численность и распространение на ограниченных территориях. Согласно критериям МСОП, состояние вида вызывает наименьшие опасения. Приоритет природоохранных мер III [14; 15]. В КК ВО (2004, 2017) отмечено, что «в подходящих местообитаниях вид сравнительно обычен». Из девяти установленных местонахождений семь попадают в полукилометровую зону влияния Объекта, остальные два находятся за пределами обследуемой территории.

Крупная ночная бабочка, до 80 мм в размахе крыльев. Передние крылья серовато-бурые с поперечными линиями и пятнами, задние – малинового цвета с черной волнистой широкой перевязью и черной каймой. Лёт имаго наблюдается с конца июня до сентября. Зимуют яйца на коре кормовых растений, сероватые гусеницы отрождаются с конца апреля, предпочитают питаться листьями дуба, окукливаются в рыхлом коконе между листвою.

Следует отметить, что из последнего издания Красной книги Российской Федерации оба указанных вида орденских лент исключены.

Дневная бабочка Мнемозина (*Driopa mnemosyne* L.) (рис. 4) традиционно, с советских времен, включалась в отечественные Красные книги (КК СССР, 1984; КК РСФСР, 1985) как редкий вид, численность которого сокращается. В КК ВО (2004, 2017) мнемозина включена по категории 4 – неопределенный по статусу вид. Распространен на всем Правобережье, «в период лета можно одновременно встретить до нескольких десятков особей». В последнее издание КК РФ (2021) вид не включен.

Крупная бабочка с длиной белых крыльев с темным жилкованием и 2 черными пятнами на передних – до 35 мм, грудь и брюшко черные, опушенные (особенно у самцов). Развивается в одном поколении. Лёт бабочек – май – июнь. Зимуют в стадии яйца с полностью сформировавшимися гусеницами. Гусеницы черные, с красными и желтыми пятнами, активны с конца апреля – в мае. Основные кормовые растения для гусениц – хохлатка полая и хохлатка плотная – рекомендуются для повсеместной охраны в пределах РФ.



Рис. 4. Мнемозина (фото С.С. Шинкаренко)

В Волгоградской области численность вида невысока. Для зоны влияния Объекта указано 4 местонахождения бабочек данного вида.

Заключение

В результате проведенных исследований охарактеризовано расположение местонахождений редких видов насекомых в полосе отвода и 500-метровой зоне влияния Объекта, составлены картосхемы, систематизированы сведения об участках территории, на которых ранее не фиксировались рассмотренные редкие виды, получены сведения о подтвержденных и выявленных местах обитания редких видов, выявлены эколого-биологически особенности развития и распространения редких видов на исследуемой территории природного парка. В целях минимизации воздействия строящегося линейного объекта на окружающую среду и ее отдельные компоненты, включая объекты особой охраны согласно действующему законодательству [18], разработана Программа производственного экологического контроля (мониторинга) при строительстве и эксплуатации линейного объекта, а также предложен комплекс соответствующих мероприятий и технических решений. На всех этапах реализации работ на линейном объекте необходимо систематически проводить экологический мониторинг с целью выявления мест обитаний редких видов насекомых, оценку состояния их популяций и строго соблюдать выполнение первоочередных мер охраны.

С целью сохранения численности редких видов целесообразно создание энтомологических заказников в местах их обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белицкая, М. Н. Фауна энтомофагов в лесоаграрных ландшафтах аридной зоны / М. Н. Белицкая, Е. А. Иванцова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2012. – № 2. – С. 50–55. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2012.2.8>
2. Дедюхин, С. В. Принципы и методы эколого-фаунистических исследований наземных насекомых : учеб.-метод. пособие / С. В. Дедюхин. – Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – 93 с.
3. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России / В. В. Новочадов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С. 151–158.
4. Иванцова, Е. А. Аридные экосистемы в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов, Н. В. Онистратенко // Академический вестник ЕЛРПТ. – 2018. – Т. 3. – № 4 (6). – С. 22–28.
5. Иванцова, Е. А. Влияние лесных полос на численность и распределение энтомофауны / Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2006. – № 4 (4). – С. 46–50.
6. Иванцова, Е. А. Зоогеографическая структура и формирование энтомофаунистических сообществ агролесоландшафтов степной зоны Нижнего Поволжья / Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука

и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 1 (29). – С. 85–90.

7. Иванцова, Е. А. Естественные и аграрные экосистемы юга России в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, Н. В. Онистратенко // Социально-экономические и экологические аспекты развития Прикаспийского региона : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Элиста, 2019. – С. 577–580.

8. Иванцова, Е. А. Использование геоинформационных технологий и космических снимков для анализа агроландшафтов / Е. А. Иванцова, И. А. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 357–366.

9. Иванцова, Е. А. Основные направления рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности на территории Волгоградской области / Е. А. Иванцова // Современные тенденции развития аграрного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Солёное Займище, 2016. – С. 22–25.

10. Иванцова, Е. А. Особенности формирования энтомофауны в лесоаграрных ландшафтах / Е. А. Иванцова, Ю. В. Вострикова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1(37). – С. 34–37.

11. Иванцова, Е. А. Сохранение и восстановление биологического разнообразия агролесоландшафтов / Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 204–209.

12. Иванцова, Е. А. Характер взаимодействия компонентов антропогенно-трансформированных экосистем юга России / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 79–86.

13. Иванцова, Е. А. Энтомо- и арахнофауна Волгоградской области / Е. А. Иванцова, А. С. Хныкин // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2019. – С. 256–261.

14. Красная Книга Волгоградской области. Книга в двух томах. Т. 1. Животные / под ред. В. П. Белика. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж : Издат-Принт, 2017. – 216 с.

15. Красная книга Волгоградской области. Книга в двух томах. Т. 2. Растения и другие организмы / под ред. О. Г. Барановой и В. А. Сагалаева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж : Издат-Принт, 2017. – 268 с.

16. Комаров, Е. В. Создание экологических резерватов как резерв повышения биоразнообразия энтомокомплексов на юге России / Е. В. Кома-

ров, Е. А. Иванцова // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Всерос. науч.-исслед. ин-та орошаемого земледелия. – Волгоград, 2017. – С. 103–109.

17. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / О. Н. Артаев, Д. И. Башмаков, О. В. Безина [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.

18. Мосунова, Т. В. Оценка воздействия на окружающую среду / Т. В. Мосунова. – Челябинск : Южно-Уральский гос. ун-т (нац. исслед. ун-т), 2020. – 64 с.

19. Ряснов, В. А. Применение метода дешифрирования космоснимков при оценке состояния лесных ценозов Волго-Ахтубинской поймы / В. А. Ряснов, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 204–209.

20. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – М. : Высш. шк., 1971. – 424 с.

21. Холоденко, А. В. Анализ формирования и современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Волгоградской области / А. В. Холоденко, Е. А. Иванцова, Л. В. Полосина // Биоразнообразие, рациональное использование биологических ресурсов и биотехнологии : материалы Междунар. науч.-практ. онлайн-конф. – Астрахань, 2021. – С. 161–164.

22. Экобиотехнологии оптимизации аридных фитоценозов юго-востока европейской части России / Е. А. Иванцова [и др.]. – Волгоград, 2019. – 76 с.

REFERENCES

1. Belitskaya M.N., Ivantsova E.A. Fauna entomofagov v lesoagrarnykh landshaftah aridnoy zony [Entomophags of Agroforest Landscapes of Arid Zone]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11, Estestvennye nauki* [Science of Volgograd State University. Natural Sciences], 2012, no. 2, pp. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2012.2.8>

2. Deduhin S.V. *Principy i metody ekologo-faunisticheskikh issledovaniy nazemnykh nasekomyh: ucheb.-metod. posobiye* [Principles and Methods of Ecological and Faunal Studies of Terrestrial Insects. Educational and Methodical Manual]. Izhevsk, Izd-vo «Udmurtskiy universitet», 2011. 93 p.

3. Novochadov V.V., Rulev A.S., Uferev V.G., Ivantsova E.A. Distancionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogenn-

transformirovannykh territoriy uga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenic-Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 1 (53), pp. 151-158.

4. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V. Aridnye ekosistemy v usloviyah tehnogenogo pressing [Arid Ecosystems Under Man-Made Pressure]. *Akademicheskii vestnik ELPIT* [Academic Bulletin of ELPIT], 2018, vol. 3, no. 4 (6), pp. 22-28.

5. Ivantsova E.A. Vliyanie lesnykh polos na chislennost i raspredelenie entomofauny [The Impact of Forest Belts on the Abundance and Distribution of Entomofauna]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], 2006, no. 4 (4), pp. 46-50.

6. Ivantsova E.A. Zoogeograficheskaya struktura i formirovanie entomofaunisticheskikh soobshchestv agrolesolandshaftov stepony zony Nijnefo Povoljya [Zoogeographical Structure and Formation of Entomofaunal Communities in Agroforest Landscapes of the Steppe Zone of the Lower Volga Region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2013, no. 1 (29), pp. 85-90.

7. Ivantsova E.A., Onistratenko N.V. Estestvennye i agrarnye ekosistemy yuga Rossii v usloviyah tehnogenogo pressinga [Natural and Agricultural Ecosystems of Southern Russia Under Technogenic Pressure]. *Sotsialno-ekonomicheskie i ekologicheskie aspekty razvitiya Prikaspiyskogo regiona: materialy Mejdunar. nauch.-prakt. konf.* [Socio-Economic and Environmental Aspects of the Caspian Region's Development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Elista, 2019, pp. 577-580.

8. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ispolzovanie geoinformatsionnykh tehnologiy i kosmicheskikh snimkov dlya analiza agrolandshaftov [The Use of Geoinformation Technologies and Satellite Images for the Analysis of Agricultural Landscapes]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2021, no. 2 (62), pp. 357-366.

9. Ivantsova E.A. Osnovnye napravleniya racionalnogo prirodnopolzovaniya i obespecheniya

ecologicheskoy bezopasnosti na territorii Volgogradskoy oblasti [Main Directions of Rational Nature Management and Environmental Safety in the Volgograd Region]. *Sovremennye tendentsii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern Trends in the Development of the Agricultural Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoe Zaimishche, 2016, pp. 22-25.

10. Ivantsova E.A. Osobennosti formirovaniya entomofauny v lesoagrnnykh landshaftah [Features of Entomofauna Formation in Forest-Agrarian Landscapes]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2015, no. 1 (37), pp. 34-37.

11. Ivantsova E.A. Sohranenie i vosstanovlenie biologicheskogo raznoobraziya agrolesolandshaftov [Conservation and Restoration of Biological Diversity in Agroforest Landscapes]. *Ecologicheskaya bezopasnost i ohrana okruzhayushchey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in Russian Regions: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 204-209.

12. Ivantsova E.A., Novochadov V.V. Harakter vzaimodeystviya komponentov antropogennotransformirovannykh ekosistem yuga Rossii [The Nature of the Interaction of Components of Anthropogenic-Transformed Ecosystems in the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 3 (55), pp. 79-86.

13. Ivantsova E.A., Hnykin A.S. Entomo- i arahnofauna Volgogradskoy oblasti [Entomology and Arachnology of the Volgograd Region]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: priroda, hozyaystvo, obshchestvo: materialy V Mejdunar. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, and Society: Proceedings of the Fifth International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2019, pp. 256-261.

14. Belik V.P., ed. *Krasnaya Kniga Volgogradskoy oblasti. Kniga v dvuh tomah. T. 1. Jivotnye* [The Red Book of the Volgograd Region. Book in Two Volumes. Vol. 1. Animals]. Voronezh, Izdat-Print Publ., 2017. 216 p.

15. Baranova O.G., Sagalaev V.A., eds. *Krasnaya Kniga Volgogradskoy oblasti. Kniga v dvuh tomah. T. 2. Rasteniya i drugie organizmy* [The Red Book of the Volgograd Region. Book in Two Volumes. Vol. 2. Plants and Other Organisms]. Voronezh, Izdat-Print Publ., 2017. 268 p.

16. Komarov E.V., Ivantsova E.A. Sozдание ekologicheskikh rezervatov kak rezerv povysheniya bioraznoobraziya entomokompleksov na uge Rossii [Creation of Ecological Reserves as a Reserve for Increasing the Biodiversity of Entomocomplexes in the South of Russia]. *Rol melioracii zemel v realizacii gosudarstvennoy nauchno-tehnicheskoy politiki v interesah ustoychevogo razvitiya selskogo hozyaystva: materialy Mejdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 50-letiu Vseros. nauch.-issled. in-ta oroshaemogo zemledeliya* [The Role of Land Reclamation in Implementing State Scientific and Technical Policy for Sustainable Agricultural Development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 50th Anniversary of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture]. Volgograd, 2017, pp. 103-109.
17. Artaev O.N., Bashmakov D.I., Bezina O.V. et al. *Metody polevykh ekologicheskikh issledovaniy: ucheb. posobie* [Methods of Field Environmental Research. Textbook]. Saransk, Izd-vo Mordov. un-ta, 2014. 412 p.
18. Mosunova T.V. *Ocenka vozdeystviya na okruzhayushchuu sredu* [Environmental Impact Assessment]. Chelyabinsk, Ujno-Uralskiy gos. un-t (nats. issled. un-t), 2020. 64 p.
19. Rysanov V.A., Ivantsova E.A. Primenenie metoda deshifirovaniya kosmosnimkov pri ocenke sostoyaniya lesnykh cenozov Volgo-Ahtubinskoy poymy [Application of the Method of Decoding Satellite

Images in Assessing the State of Forest Cenoses of the Volga-Akhtuba Floodplain]. *Ecologicheskaya bezopasnost i ohrana okruzhayushchey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in the Regions of Russia: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 204-209.

20. Fasulati K.K. *Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh* [Field Study of Terrestrial Invertebrates]. Moscow, Vyssh. shk. Publ., 1971. 424 p.

21. Kholodenko A.V., Ivantsova E.A., Polosina L.V. Analiz formirovaniya i sovremennoe sostoyanie seti osobo ohronyaemykh prirodnkh territoriy Volgogradskoy oblasti [Analysis of the Formation and Current State of the Network of Specially Protected Natural Areas in the Volgograd Region]. *Bioraznoobrazie, racionalnoe ispolzovanie biologicheskikh resursov i biotekhnologii: materialy Medunar. nauch.-prakt. onlayn-konf.* [Biodiversity, Rational Use of Biological Resources, and Biotechnology. Proceedings of the International Scientific and Practical Online Conference]. Astrakhan, 2021, pp. 161-164.

22. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Rulev A.S., Postnova M.V. *Ecobiotehnologii optimizacii aridnykh fitocenozov yugo-vostoka evropeyskoy chasti Rossii* [Ecobiotechnology Optimization of Arid Phytocenoses in the South-East of the European Part of Russia]. Volgograd, 2019. 76 p.

Information About the Authors

Denis A. Solodovnikov, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Head of the Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetskiy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, densolodovnikov@mail.ru

Elena A. Ivantsova, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Director of the Institute of Natural Sciences, Volgograd State University, Prosp. Universitetskiy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ivantsova@volsu.ru

Diana A. Semenova, Senior Lecturer, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetskiy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, semenova_dianavg@mail.ru

Информация об авторах

Денис Анатольевич Солодовников, кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, densolodovnikov@mail.ru

Елена Анатольевна Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института естественных наук, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ivantsova@volsu.ru

Диана Александровна Семенова, старший преподаватель кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, semenova_dianavg@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.4>

UDC 504.03(470.45):528.8

LBC 26.887.9

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT IN THE ARCHEDA RIVER BASIN USING GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Natalya M. Khavanskaya

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Geoecological analysis of territories includes the assessment of individual types of anthropogenic impact and then a comprehensive conclusion about the state based on the obtained indicators of anthropogenic impact. At the same time, geoecological studies are often carried out for territories with clear boundaries, for example, administrative-territorial entities. In natural systems, boundaries are usually transitional, so it is difficult to identify their clarity. In view of this, river basins with defined boundaries drawn along watersheds are a convenient object for conducting such studies, on the one hand. Conversely, the proximity of rivers within river basins significantly influences population settlement and overall territorial development, thereby determining the intensity of economic growth. In the presented work, an analysis of residential, mining, and agro-economic load in the Archeda River basin was carried out. When analyzing the residential load, the population settlement system of the territory was described, the types of settlements were identified. The mining and engineering component of anthropogenic impact is characterized through the mineral resource base and active and identified mineral deposits. Agro-economic impact is assessed by decoding Earth remote sensing data and vectorization of agricultural lands. A comprehensive assessment of anthropogenic impact is based on identifying area characteristics of individual types of anthropogenic impact using the QGIS geoinformation system. Analysis of the obtained data allows us to conclude that agricultural activity (crop growing) predominates in the basin under consideration. Nevertheless, the intensity of economic development requires measures to rationalize it to ensure conditions for sustainable development.

Key words: river basin, Archeda River, QGIS geoinformation system, geoecological assessment, anthropogenic impact.

Citation. Khavanskaya N.M. Assessment of Anthropogenic Impact in the Archeda River Basin Using Geoinformation Technologies. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 33-42. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.4>

УДК 504.03(470.45):528.8

ББК 26.887.9

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В БАССЕЙНЕ р. АРЧЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Наталья Михайловна Хаванская

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Геоэкологический анализ территорий включает в себя оценку отдельных видов антропогенного воздействия и затем комплексный вывод о состоянии по данным полученных показателей антропогенного воздействия. При этом геоэкологические исследования часто проводятся для территорий, имеющих четкие границы, например административно-территориальные образования. В природных системах границы обычно обладают переходным характером, что затрудняет их выделение. Ввиду этого речные бассейны с очерченными границами, проведенными по водоразделам, являются удобным объектом для проведения геоэкологических исследований, с одной стороны. С другой – именно речные бассейны, близость рек являются важным фактором расселения населения и освоения территории в целом, что предопределяет интенсивность хозяйственного развития. В представленной работе был проведен анализ селитебной, горнотехнической и агрохозяйственной нагрузки в бассейне реки Арчеды. При анализе селитебной нагрузки описана систе-

ма расселения населения территории, выделены типы населенных пунктов. Горнотехническая составляющая антропогенного воздействия охарактеризована через минерально-сырьевую базу, действующие и выявленные месторождения полезных ископаемых. Агрохозяйственное воздействие оценено при дешифрировании данных дистанционного зондирования Земли, векторизации сельскохозяйственных угодий. Комплексная оценка антропогенного воздействия основывается на выделении площадных характеристик отдельных видов антропогенного воздействия с использованием геоинформационной системы QGIS. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о преобладании в рассматриваемом бассейне сельскохозяйственной деятельности (растениеводства). Тем не менее интенсивность хозяйственного освоения требует мер по его рационализации для обеспечения условий устойчивого развития.

Ключевые слова: речной бассейн, река Арчеда, геоинформационная система QGIS, геоэкологическая оценка, антропогенное воздействие.

Цитирование. Хаванская Н. М. Оценка антропогенного воздействия в бассейне р. Арчеды с использованием геоинформационных технологий // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 33–42. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.4>

Введение

Вопросы геоэкологической оценки территорий имеют важное значение для анализа современного состояния и направлений рационального природопользования территорий для достижения целей устойчивого развития [1; 6; 9; 11–17; 26]. Проведение такой оценки методологически основано на анализе антропогенного воздействия на территорию, выделения характера ее освоения. При этом рассматриваются нарушения всех природных компонентов. Для пространственного выявления неоднородности распространения геоэкологической напряженности используются характеристики значений антропогенного воздействия относительно их территориального распространения. Территориальный подход в геоэкологии позволяет провести пространственный анализ особенностей освоения территории и его последствий, а также выявить направления оптимизации в территориальном аспекте. Ввиду этого применение бассейнового подхода при анализе геоэкологического состояния является разработанным актуальным направлением в геоэкологических и геоморфологических исследованиях [21; 25; 28].

Бассейны малых рек издавна были местами притяжения населения, особенно это касается степной зоны, в которой расположена Волгоградская область [4; 24; 27; 29]. Река Арчеда относится к малым рекам, ее длина составляет около 160 км, она является левым притоком реки Медведицы [3]. Равнинный рельеф, благоприятные природно-климатические и агроклиматические условия, минераль-

ные ресурсы в виде нефтегазовых и известняковых месторождений способствовали хозяйственному освоению. Поэтому геоэкологический анализ современного состояния этой территории необходим. В дополнение к этому отметим, что малые реки степной зоны являются неустойчивыми системами, им свойственно пересыхание, заиливание, они в еще большей степени зависят от природно-климатических условий и антропогенного воздействия, при этом играют важную роль в питании крупных рек [22; 30].

Материалы и методы исследования

В приведенной работе геоэкологический анализ выполнен по следующему плану:

1. Анализ селитебной нагрузки.
2. Оценка горнотехнического воздействия.
3. Выявление агрохозяйственного использования территории.
4. Пространственный анализ хозяйственного освоения бассейна.

Селитебная нагрузка. Селитебная нагрузка проявляется в процессе формирования сети населенных пунктов, при котором происходит преобразования естественного рельефа, изменение направления стока, сокращение естественной растительности, прокладка коммуникаций и инженерных сетей. Как было указано выше, геоморфологические условия бассейна Арчеды и природно-климатические условия способствовали формированию сети населенных пунктов в основном вдоль течения реки (рис. 1).

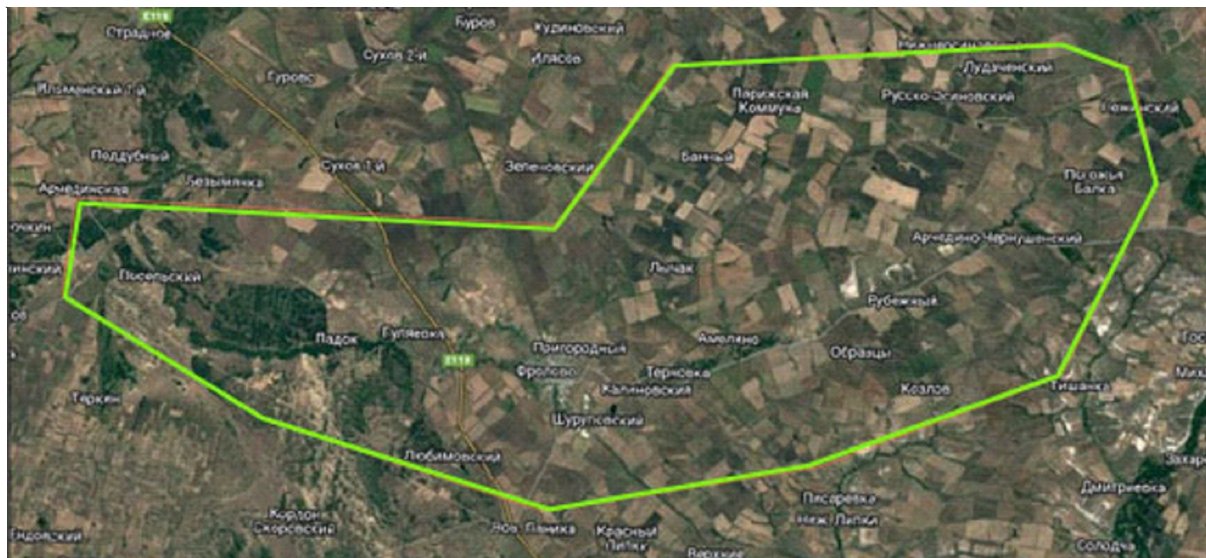


Рис. 1. Размещение населенных пунктов в бассейне Арчеды (сост. автором по: [32])

Для оценки селитебного воздействия был проведен подсчет населенных пунктов и отнесение их к различными типам: город, поселок, хутор.

Горнотехническая нагрузка. Бассейн реки Арчеды, расположенный в северо-западной части Волгоградской области, обладает значительным минерально-сырьевым потенциалом, сформированным особенностями геологического строения территории.

В районе исследования широко представлены неогеновые отложения нижнего плиоцена с песками и песчаниками. В южной части на поверхность выходят четвертичные отложения плейстоцена с песками, суглинками и глинами. На крайнем севере и северо-западе района отмечены выходы миоцена, представленные песками и глинами. В районе Фролово, а также на небольших участках на юго-востоке района встречаются выходы каменноугольной системы в виде известняка, кремня и алевролита среднего и верхнего отдела. Также на юго-западе района есть небольшой ареал выхода верхнего отдела юрской системы, представленного глинами и песчаниками.

Среди наиболее распространенных ресурсов на территории района выделяют: пресную воду, нефть, газ, песок, глину, щебень. Разведаны и добываются нефть, природный газ, строительный песок, глина, известняк и др. [23].

Таким образом, в пределах бассейна расположены месторождения нефти и газа, известняка, мела, песков.

Сельскохозяйственная нагрузка.

Этот вид нагрузки демонстрирует специализацию хозяйственного освоения территории. Важным методом исследования является анализ данных дистанционного зондирования Земли с целью выявления пространственных особенностей сельскохозяйственных угодий и подсчета их площадей [5; 7; 10; 14; 20]. В качестве исходных данных были использованы космические снимки Landsat [32], по которым была проведена оцифровка полей с расчетом их площадей в геоинформационной системе QGIS.

Итоговые выводы о современном геоэкологическом состоянии бассейна Арчеды основаны на выделении территорий, испытывающих разные виды антропогенного воздействия.

Результаты и обсуждение. На территории бассейна Арчеды располагаются населенные пункты следующих типов: город, поселок, хутор. К городским населенным пунктам относят город и городской поселок, а к сельским – деревню, село, станицу, аул, хутор, кишлак. Хутор – малый населенный пункт, состоящий из одного, иногда нескольких домохозяйств; казачья единица поселения [28]. Перейдем непосредственно к их рассмотрению и перечислим населенные пункты вниз по течению реки:

- 1) х. Арчедино-Чернушенский;
- 2) х. Манский;
- 3) х. Перфиловский;
- 4) х. Терновка;

- 5) х. Калиновский;
- 6) х. Шуруповский;
- 7) г. Фролово;
- 8) х. Ветютнев;
- 9) х. Гуляевка;
- 10) х. Колобродов;
- 11) п. Арчединского лесхоза;
- 12) п. Школьный;
- 13) х. Падок;
- 14) х. Никуличев;
- 15) х. Посельский;
- 16) х. Кундрючкин;
- 17) х. Нижнянка.

Самым крупным населенным пунктом является г. Фролово, население которого составляет 34 124 чел. (2024 г.). Затем следуют 14 хуторов и 2 поселка. Таким образом, бассейн Арчеды характеризуется распространением сельских населенных пунктов. В хуторах и поселках в общей сложности проживает около 4,5 тыс. человек. Средняя плотность населения выделенной территории составляет 23 чел./км².

Таким образом, мы видим, что на берегах Арчеды располагаются населенные пункты разного типа, но преобладающим являются хутора. Это объясняется следующими причинами: вдоль рек часто располагаются плодородные земли, что делает эти территории привлекательными для сельского хозяйства. Здесь могут возделываться различные культуры, а также развиваться скотоводство. Однако важно учитывать, что интенсивное земледелие может привести к проблемам, таким как эрозия почвы и загрязнение водоемов.

Проведенный анализ селитебной нагрузки в бассейне р. Арчеда свидетельствует о значительном воздействии на систему водосбора. Основные населенные пункты (г. Фролово, станция Арчединская и др.) сосредоточены преимущественно в среднем и нижнем течении реки, формируя локальные очаги загрязнения.

В геологическом разрезе бассейна выделяются:

1. Докембрийский кристаллический фундамент (глубина залегания 800–1200 м).
2. Палеозойские отложения (девонские и каменноугольные).
3. Мезозойские образования (меловые).
4. Кайнозойские осадки (палеогеновые и четвертичные).

Полезные ископаемые распределены неравномерно. В верхнем течении Арчеды преобладают строительные материалы, в среднем – комплекс полезных ископаемых (фосфориты, цементное сырье), нижнее течение богато гидроминеральными ресурсами. Далее рассмотрим более подробно отдельные месторождения, многие из которых эксплуатируются и сегодня. Это месторождения карбонатных пород (известняков и доломитов):

- Арчединское;
- Шуруповское;
- Калининское (добывается строительный камень в объеме около 170,6 тыс. м³ ежегодно);

– Липкинское (добывается строительный камень в объеме около 21 тыс. м³ ежегодно);

- Липкинское-I;
- Зимовское (добывается строительный камень в объеме около 46,5 тыс. м³ ежегодно);
- Шляховское (добыча в настоящее время не осуществляется).

Есть перспективное месторождение строительных песков – Корелевское: по предварительной оценке, запасы сырья составляют около 241 тыс. м³. Месторождения керамзитового сырья – Амелинское. Месторождение песков строительных – Перфиловское с ежегодной добычей сырья в объеме около 47 тыс. м³.

Также можно отметить на территории района многочисленные месторождения нефти и газа, расположенные в Арчединском нефтегазодобывающем районе.

Газовые месторождения на территории района в основном сосредоточены в западной части, нефтяные – в центральной, а нефтегазоносные – в восточной.

Реки и ручьи исследуемой территории, находящиеся в зоне влияния нефтепроводов, подвержены риску нефтяного загрязнения при аварийной утечке. В 2004 г. произошел прорыв нефтепровода вблизи х. Перфиловский. Серьезным последствием аварии явилось попадание сырой нефти в р. Арчеду. При отборе проб из реки на содержание нефти превышение ПДК углеводородов в воде составило 2,8 раза. Через год на месте аварийного разрыва были отобраны пробы почв на глубине 0–10 см, и в них обнаружено превышение фона углеводородов в 12–20 раз.

В долгосрочном прогнозе после завершения эксплуатации месторождения нефти восстановление ландшафта может занять десятилетия, а некоторые изменения могут быть необратимыми.

Таким образом, влияние добычи нефти на ландшафты является комплексным и требует внимательного управления и оценки экологических рисков. Особое внимание следует уделить рациональному использованию минеральных ресурсов с минимальным воздействием на экосистему речного бассейна.

Территория бассейна Арчеды включает в себя Михайловский, Фроловский, Серафимовичский и Ольховский муниципальные районы. В данных районах широко развито сельское производство. Среди основных сельскохозяйственных культур лидируют зерновые культуры, далее следуют технические и кормовые. Среди зерновых преобладают озимые, среди технических культур – подсолнечник, горчица, софлор.

Сельское хозяйство оказывает значительное влияние на природный ландшафт [6; 9; 11; 12; 18; 31]. Вот несколько ключевых аспектов этого влияния:

1. Формирование агроландшафтов, которые включают поля, пастбища и сады. Эти ландшафты могут быть более однородными по сравнению с естественными экосистемами, что влияет на местную флору и фауну.

2. Интенсивное земледелие: может привести к эрозии почвы, особенно в условиях низкого уровня осадков [8; 15]. Это может ухудшить качество почвы и снизить ее плодородие [2]. Для пологих склонов характерна плоскостная эрозия, крутых – линейная, приводящая к формированию эрозионных форм рельефа.

3. Использование удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве: приводит к загрязнению рек и водоемов, что негативно сказывается на экосистемах и качестве воды [19].

Таким образом, для оценки антропогенной нагрузки в бассейне Арчеды был использован комплексный подход. Характер хозяйственного освоения бассейна Арчеды можно увидеть на карте (рис. 2), составленной на основе дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли.

По данным геоинформационного анализа были получены статистические сведения о типах нарушения (см. таблицу).



Рис. 2. Антропогенное воздействие в бассейне реки Арчеды

Распределение видов антропогенного воздействия в бассейне Арчеды

Тип нарушения	Площадь, га	% от общей площади
Населенные пункты	8 420,948	6,1
Сельскохозяйственные угодья	81 153,85	59,0

Из таблицы следует, что ведущим направлением антропогенного воздействия является сельскохозяйственная деятельность, которая охватывает почти 60 % площади выделенной территории.

Заключение

Проведенное исследование с применением геоинформационных технологий позволило провести пространственный анализ геоэкологического состояния бассейна реки Арчеды, выявить основные направления антропогенного воздействия. По результатам анализа, основным видом антропогенного воздействия является сельскохозяйственное (растениеводство), охватывающее около 60 % территории. Тем не менее важным является расположение здесь нефтегазовых месторождений и нефте- и газопроводов, оказывающих, особенно в нештатных ситуациях, острое негативное воздействие в виде загрязнения почв и водных объектами нефтепродуктами.

Ввиду гидрологических особенностей Арчеда как малая река обладает повышенной чувствительностью к антропогенному воздействию, в свете чего необходима рационализация природопользования для поддержки устойчивого развития бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буруль, Т. Н. Современное геоэкологическое состояние территории Фроловского района Волгоградской области / Т. Н. Буруль // Грани познания. – 2023. – № 1(84). – С. 9–17.
2. Водолазко, А. Н. Плодородие каштановых и светло-каштановых почв сухостепной почвенной зоны Волгоградской области / А. Н. Водолазко, Д. А. Ясинский, Е. А. Иванцова // Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Волгоград, 2015. – С. 147–150.
3. Водосборные бассейны // Национальный атлас России. – URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/189.html?ysclid=mafsoyigyk792517849>

4. Водохранилища, пруды и озера Волгоградской области / А. С. Овчинников [и др.]. – Волгоград : Изд-во ВолГАУ, 2020. – 352 с.

5. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юфев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(3). – С. 151–158.

6. Иванцова, Е. А. Аридные экосистемы в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов, Н. В. Онистратенко // Академический вестник ЕЛРП. – 2018. – Т. 3, № 4 (6). – С. 22–28.

7. Иванцова, Е. А. Геоинформационный анализ состояния и агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов южной части междуречья Тигра и Евфрата / Е. А. Иванцова, М. Р. А. Аль-Чаабави. – Волгоград, 2023. – 108 с.

8. Иванцова, Е. А. Защита почв от эрозии и воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Солёное Займище, 2016. – С. 356–359.

9. Иванцова, Е. А. Естественные и аграрные экосистемы юга России в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, Н. В. Онистратенко // Социально-экономические и экологические аспекты развития Прикаспийского региона : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Элиста, 2019. – С. 577–580.

10. Иванцова, Е. А. Использование геоинформационных технологий и космических снимков для анализа агроландшафтов / Е. А. Иванцова, И. А. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 357–366.

11. Иванцова, Е. А. Ландшафтно-экологическая оптимизация землепользования в агроландшафтах степной зоны / Е. А. Иванцова // Инновации в интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 525–527.

12. Иванцова, Е. А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья / Е. А. Иванцова. – Волгоград, 2007. – 184 с.

13. Иванцова, Е. А. Основные направления рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности на территории Волгоградской области / Е. А. Иванцова // Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Солёное Займище, 2016. – С. 22–25.
14. Иванцова, Е. А. Оценка экологического состояния агроландшафтов в южной части междуречья Тигра и Евфрата с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий: теоретические основы и предпосылки / Е. А. Иванцова, М. Р. А. Аль-Чаабави // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 12–20. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.2>
15. Иванцова, Е. А. Противозерозийные мероприятия и воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Труды дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 67. – С. 161–164.
16. Иванцова, Е. А. Устойчивое развитие агроэкосистем / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева, Ю. С. Половинкина // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2014. – С. 27–30.
17. Иванцова, Е. А. Характер взаимодействия компонентов антропогенно-трансформированных экосистем юга России / Е. А. Иванцова, В. В. Новочадов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 79–86.
18. Иванцова, Е. А. Экологические аспекты устойчивого развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа / Е. А. Иванцова // Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2017. – С. 39–48.
19. Иванцова, Е. А. Экологические проблемы применения пестицидов / Е. А. Иванцова, Ю. В. Калуженкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – № 1(9). – С. 41–46.
20. Иванцова, Е. А. Эколого-экономическая эффективность геоинформационных исследований агроландшафтов Сарпинской низменности / Е. А. Иванцова, И. А. Комарова // Современные направления в решении проблем АПК на основе инновационных технологий: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2021. – С. 363–369.
21. Кашавцева, А. Ю. Моделирование речных бассейнов средствами ArcGIS 9.3 / А. Ю. Кашавцева, В. Д. Шипулин // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2011. – Т. 24, № 3. – С. 85–92.
22. Кулик, А. К. Водный режим и баланс влаги Арчединско-Донских песков / А. К. Кулик, М. В. Власенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 3 (59). – С. 81–90.
23. М-38-XVII. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Издание второе. Геологическая карта и карта полезных ископаемых дочетвертичных образований. Даурская серия // Геологическая библиотека. – URL: <https://www.geokniga.org/maps/32396>
24. Методические основы геофизического мониторинга грунтовых вод речных пойм / Д. А. Солодовников, Н. М. Хаванская, Н. В. Вишняков, Е. А. Иванцова // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 106–114.
25. Плотникова, А. С. Выделение границ водосборных бассейнов рек на локальном пространственном уровне / А. С. Плотникова, А. О. Харитоновна // Вопросы лесной науки. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 5–11.
26. Селезнева, А. В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения / А. В. Селезнева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 268–277.
27. Сивохип, Ж. Т. Эколого-гидрологическая специфика малых рек как показатель устойчивого природопользования в степной зоне / Ж. Т. Сивохип // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (185). – С. 355–358.
28. Социально-экономическая география: понятия и термины : словарь-справочник. – Смоленск : Ойкумена, 2013. – 328 с.
29. Трофимов, Г. Н. Морфометрические характеристики малых речных бассейнов (опыт упрощенных расчетов) / Г. Н. Трофимов, Н. З. Сагдеев, А. Я. Исакова // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 4 (67). – С. 55–64.
30. Шикун, В. В. Особенности гидрологического режима водных объектов Волжского бассейна на территории Волгоградской области / В. В. Шикун, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 35–43. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.3.4>
31. Ecological aspects phytosanitary optimization of arid agrobiocenoses of the south of Russia / E. A. Ivantsova, V. V. Novochadov, N. V. Onistratenko, N. V. Postnova // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2017. – Vol. 23, № 5. – P. 834–842.
32. Earthexplorer // United States Geological Survey : official website. – 2022. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

REFERENCES

1. Burul T.N. Sovremennoe geoeologicheskoe sostojanie territorii Frolovskogo rajona Volgogradskoj oblasti [Modern Geoecological State of the Territory of the Frolovskiy District of the Volgograd Region]. *Grani poznaniya* [The Boundaries of Knowledge], 2023, no. 1 (84), pp. 9-17.
2. Vodolazko A.N., Yasinskiy D.A., Ivantsova E.A. Plodorodie kashtanovykh i svetlo-kashtanovykh pochv suhostepnoy pochvennoy zony Volgogradskoy oblasti [Fertility of Chestnut and Light Chestnut Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Aktualnye voprosy razvitiya agrarnoy nauki v sovremennykh economicheskikh usloviyakh: materialy IV Mejdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh* [Current Issues in the Development of Agricultural Science in Modern Economic Conditions. Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists]. Volgograd, 2015, pp. 147-500.
3. Vodosbornye bassejny [Catchment Areas]. *Nacionalnyj atlas Rossii* [National Atlas of Russia]. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/189.html?ysclid=mafsoyigyk792517849>
4. Ovchinnikov A.S., Loboyko V.F., Yakovlev S.V., Ovcharov A.U., Ivantsova E.A., Soboleva I.A. *Vodohranilishcha, prydny i ozera Volgogradskoy oblasti* [Reservoirs, Ponds and Lakes of the Volgograd Region]. Volgograd, Izd-vo VolGAU, 2020. 352 p.
5. Novochadov V.V., Rulev A.S., Uferev V.G., Ivantsova E.A. Distancionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogennotransformirovannykh territoriy uga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenic-Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhevolzhskogo agrouniversitskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 1 (3), pp. 151-158.
6. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V. Aridnie ekosistemy v usloviyakh tehnogennoy pressinga [Arid Ecosystems Under Technogenic Pressure]. *Akademicheskij vestnik ELPIT*, 2018, vol. 3, no. 4 (6), pp. 22-28.
7. Ivantsova E.A., Al-Chaabavi M.R.A. *Geoinformacionnyy analiz sostoyaniya i agrolesomeliativnogo obustroystva selskovozyaystvennykh landshaftov yuzhnoy chasti mezhdurechya Tigra i Evfrata* [Geoinformation Analysis of the State and Agroforestry Development of Agricultural Landscapes in the Southern Part of the Tigris-Euphrates Interfluve]. Volgograd, 2023. 108 p.
8. Ivantsova E.A. Zashchita pochv ot erozii i vosproizvodstvo plodorodiya pochvennogo pokrova v Nizhevolzhskom regione [Soil Protection from Erosion and Soil Fertility Restoration in the Lower Volga Region]. *Sovremennye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy Mejdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern Trends in the Development of the Agricultural Complex. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoe Zaimishche, 2016, pp. 356-359.
9. Ivantsova E.A., Onistratenko N.V. Estestvennye i agrarnye ekosistemy yuga Rossii v usloviyakh tehnogennoy pressinga [Natural and Agricultural Ecosystems of Southern Russia Under Man-Made Pressure]. *Sotsialno-economicheskie i ekologicheskie aspekty razvitiya Prikaspiyskogo regiona: materialy Mezdunar. nauch.-prakt. konf.* [Socio-Economic and Environmental Aspects of the Development of the Caspian Region. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Elista, 2019, pp. 577-580.
10. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ispolzovanie geoinformacionnykh tehnologiy i kosmicheskikh snimkov dlya analiza agrolandshtafrov [The Use of Geoinformation Technologies and Satellite Images for the Analysis of Agricultural Landscapes]. *Izvestiya Nizhevolzhskogo agrouniversitskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2021, no. 2 (62), pp. 357-366.
11. Ivantsova E.A. Landshaftno-ekologicheskaya optimizatsiya zemlepolzovaniya v agrolandshtafakh stepnoy zony [Landscape and Ecological Optimization of Land Use in Agro-Landscapes of the Steppe Zone]. *Innovatsii i intensifikatsii proizvodstva i pererabotki selskohozyaystvennoy produkcii: materialy Mezdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovations and Intensification of Agricultural Production and Processing. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 525-527.
12. Ivantsova E.A. *Optimizatsiya fitosanitarnogo sostoyaniya agrobiotsenozov Nizhnego Povolzhya* [Optimization of the Phytosanitary State of the Lower Volga Region Agrobiocenoses]. Volgograd, 2007. 184 p.
13. Ivantsova E.A. Osnovnye napravleniya racionalnogo prirodopolzovaniya i obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti na territorii Volgogradskoy oblasti [The Main Directions of Rational Use of Natural Resources and Ensuring Environmental Safety in the Volgograd Region]. *Sovremennye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy Mezdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern Trends in the Development of the Agricultural Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoe Zaimishche, 2016, pp. 22-25.

14. Ivantsova E.A., Al-Chaabawi M.R.A. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniia agrolandshaftov v yuzhnoi chasti mezhdurechya Tigra i Evfrata s ispolzovaniyem dannyh distantsionnogo zondirovaniya i GIS-tehnologiy: teoreticheskiye osnovy i predposylki [Assessment of the Ecological State of Agricultural Landscapes in the Southern Part of the Tigris-Euphrates Interfluvium Using Remote Sensing Data and GIS Technologies: Theoretical Foundations and Prerequisites]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 12-20. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.2>
15. Ivantsova E.A. Protivoerozionnyye meropriyatiya i vosproizvodstvo plodorodiya pochvennogo pokrova v Nizhnevolzhskom regione [Anti-Erosion Measures and Soil Fertility Restoration in the Lower Volga Region]. *Trudy dagestanskogo nauchnogo centra RAN* [Proceedings of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2016, no. 67, pp. 161-164.
16. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Polovinkina U.S. Ustoychevoe razvitiye agroecosystem [Sustainable Development of Agroecosystems]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospatial Space: History and Modernity. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2014, pp. 27-30.
17. Ivantsova E.A., Novochadov V.V. Harakter vzaimodeystviya komponentov antropogennotransformirovannykh ekosistem yuga Rossii [The Nature of the Interaction of Components of Anthropogenic-Transformed Ecosystems in the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 3 (55), pp. 79-86.
18. Ivantsova E.A. Ecologicheskie aspekty ustoychevogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Ujnogo Federalnogo okruga [Environmental Aspects of Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex of the Southern Federal District]. *Ecologicheskie aspekty ispolzovaniya zemel v sovremennykh ekonomicheskikh formatsiyah: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Environmental Aspects of Land Use in Modern Economic Formations: Proceedings of the International Scientific and practical conference]. Volgograd, 2017, pp. 39-48.
19. Ivantsova E.A., Kalujenkova U.V. Ekologicheskie problemy primeneniya pesticidov [Environmental Problems of Pesticide Use]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2008, no. 1 (9), pp. 41-46.
20. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost geoinformatsionnykh issledovaniy agrolandshaftov Sarpinskoy nizmennosti [Environmental and Economic Efficiency of Geoinformation Research in the Agro-Landscapes of the Sarpa Lowland]. *Sovremennyye napravleniya v reshenii problem APK na osnove innovatsionnykh tekhnologiy: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern Approaches to Solving Agricultural Problems Based on Innovative Technologies: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2021, pp. 363-369.
21. Kashhaceva A.Ju. Modelirovanie rechnykh bassejnov sredstvami ArcGIS 9. 3 [Modeling River Basins Using ArcGIS 9.3]. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologiya* [Scientific notes of the Crimean Federal University Named After V.I. Vernadsky. Geography. Geology], 2011, vol. 24, no. 3, pp. 85-92.
22. Kulik A.K., Vlasenko M.V. Vodnyy rezhim i balans vlagi Archedinsko-Donskih peskov [Water Regime and Moisture Balance of Archedinsko-Don Sands]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways to Improve the Efficiency of Irrigated Agriculture], 2015, no. 3 (59), pp. 81-90.
23. M-38-XVII. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoj Federacii. Izdanie vtoroe. Geologicheskaya karta i karta poleznykh iskopaemykh dochetvertichnykh obrazovaniy. Dauriskaya seriya [State Geological Map of the Russian Federation. Second Edition. Geological Map and Map of Useful Fossils of Pre-Quaternary Formations. Daurian Series]. *Geologicheskaya biblioteka* [Geological Library]. URL: <https://www.geokniga.org/maps/32396>
24. Solodovnikov D.A., Havanskaya N.M., Vishnyakov N.V., Ivantsova E.A. Metodicheskie osnovy geofizicheskogo monitoring gruntovykh vod rechnykh poym [Methodological Foundations of Geophysical Monitoring of Groundwater in River Floodplains]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiya* [South of Russia: Ecology, Development], 2017, vol. 12, no. 3, pp. 106-114.
25. Plotnikova A.S. Vydelenie granits vodosbornykh bassejnov rek na lokalnom prostranstvennom urovne [Identification of River Drainage Basin Boundaries at the Local Spatial Level]. *Voprosy lesnoj nauki* [Forest Science Issues], 2018, vol. 1, no 1, pp. 5-11.
26. Selezneva A.V. Antropogennaya nagruzka na reki ot tochechnykh istochnikov zagrjazneniya

[Anthropogenic Load on Rivers from Point Sources of Pollution]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2003, vol. 5, no. 2, pp. 268-277.

27. Sivohip Zh.T. Ekologo-gidrologicheskaja specifika malyh rek kak pokazatel ustojchivogo prirodopolzovanija v stepnoj zone [Ecological and Hydrological Specificity of Small Rivers as an Indicator of Sustainable Nature Management in the Steppe Zone]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 2015, no. 10 (185), pp. 355-358.

28. *Socialno-ekonomicheskaja geografija: ponjatija i terminy: slovar-spravochnik* [Social and Economic Geography: Concepts and Terms. Dictionary-Reference Book]. Smolensk, Ojkumena Publ., 2013. 328 p.

29. Trofimov G.N., Sagdeyev N.Z., Isakova A.Ya. Morfometricheskie harakteristiki malyh rechnyh bassejnov (opyt uproshhennyh raschetov)

[Morphometric Characteristics of Small River Basins (Experience of Simplified Calculations)]. *Gidrometeorologija i ekologija* [Hydrometeorology and Ecology], 2012, no. 4 (67), pp. 55-64.

30. Shikunov V.V., Ivantsova E.A. Osobennosti gidrologicheskogo rezhima vodnyh obyektov Volzhskogo bassejna na territorii Volgogradskoy oblasti [Features of the Hydrological Regime of Water Bodies in the Volga Basin in the Volgograd Region]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 35-43. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.3.4>

31. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V., Postnova N.V. Ecological Aspects Phitosanitary Optimization of Arid Agrobiocenoses of the South of Russia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2017, vol. 23, no. 5, pp. 834-842.

32. Earthexplorer. *United States Geological Survey: Official Website*, 2022. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Information About the Author

Natalya M. Khavanskaya, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetskij, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, khavanskaya@volsu.ru

Информация об авторе

Наталья Михайловна Хаванская, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, khavanskaya@volsu.ru

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.5>

UDC 574.2(470.45)

LBC 48.1

**MODIFIED METHOD FOR DETECTION OF ANTIBIOTICS
IN ANIMAL PRODUCTS BY LIQUID CHROMATOGRAPHY****Alexandra A. Kopeikina**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Mikhail V. Maltsev

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The study aimed to improve methods for monitoring residual amounts of tetracycline antibiotics in food products, namely poultry meat. The relevance of this work is due to the need to ensure consumer safety and compliance with regulatory requirements for the content of antibiotics in food products. To achieve these goals, a new analysis technique was developed that includes modification of chromatographic separation conditions. In particular, experiments were conducted to optimize the parameters of high-performance liquid chromatography (HPLC), such as the choice of mobile phase, gradient change in solvent composition, column temperature and flow rate. These changes significantly improved the separation of components, increased sensitivity and selectivity of the method. Particular attention was paid to the use of tandem mass spectrometry (MS/MS), which provides high accuracy of identification and quantitative determination of antibiotics even at very low concentrations. As a result, conditions were obtained that allow simultaneous determination of several types of tetracycline antibiotics with high accuracy and reproducibility. The tests showed that the new method has a number of advantages: it provides a lower detection limit, increased selectivity due to improved separation of components, and reduces the analysis time. This makes it more effective for practical use in laboratory conditions. To confirm the effectiveness of the new method, comparative studies were performed on real samples of food products. The results showed a good correlation. In general, the presented development demonstrates the possibility of increasing the accuracy and reliability of monitoring the residues of tetracycline antibiotics in food products due to the use of improved HPLC-MS/MS conditions. The introduction of this method into practice will improve the level of food safety, promptly identify excesses of permissible standards and ensure the protection of consumer health.

Key words: antibiotics, liquid chromatography, agriculture, animal husbandry, tetracycline group.

Citation. Kopeikina A.A., Maltsev M.V. Modified Method for Detection of Antibiotics in Animal Products by Liquid Chromatography. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 43-49. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.5>

УДК 615.33(579.61)

ББК48.1

**МОДИФИЦИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ АНТИБИОТИКОВ
В ПРОДУКТАХ ЖИВОТНОВОДСТВА
МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ****Александра Алексеевна Копейкина**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Михаил Васильевич Мальцев

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В рамках проведенного исследования была поставлена задача совершенствования методов контроля остаточных количеств антибиотиков тетрациклиновой группы в пищевых продуктах, а именно – мясе птицы. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности потребителей и соблюдения нормативных требований по содержанию антибиотиков в пищевой продукции. Для достижения поставленных целей была разработана новая методика анализа, которая включает модификацию условий хроматографического разделения. В частности, были проведены эксперименты по оптимизации параметров высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), таких как выбор мобильной фазы, градиентное изменение состава растворителя, температура колонны и скорость потока. Эти изменения позволили значительно улучшить разделение компонентов, повысить чувствительность и селективность метода. Особое внимание уделялось использованию тандемной масс-спектрометрии (МС/МС), которая обеспечивает высокую точность идентификации и количественного определения антибиотиков даже при их очень низких концентрациях. В результате были получены условия, позволяющие одновременно определять несколько видов тетрациклиновых антибиотиков с высокой точностью и воспроизводимостью. Проведенные испытания показали, что новая методика обладает рядом преимуществ, она обеспечивает более низкий лимит обнаружения, повышенную селективность за счет улучшенного разделения компонентов, а также сокращает время анализа. Это делает ее более эффективной для практического применения в лабораторных условиях. Для подтверждения эффективности новой методики были выполнены сравнительные исследования на реальных образцах пищевой продукции. Результаты показали хорошую корреляцию. В целом, представленная разработка демонстрирует возможность повышения точности и надежности контроля за остатками антибиотиков тетрациклиновой группы в пищевых продуктах за счет использования усовершенствованных условий ВЭЖХ-МС/МС. Внедрение данной методики в практику позволит повысить уровень безопасности пищевой продукции, своевременно выявлять превышения допустимых норм и обеспечивать защиту здоровья потребителей.

Ключевые слова: антибиотики, жидкостная хроматография, сельское хозяйство, животноводство, тетрациклиновая группа.

Цитирование. Копейкина А. А., Мальцев М. В. Модифицированная методика обнаружения антибиотиков в продуктах животноводства методом жидкостной хроматографии // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 43–49. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.5>

Введение

Антибиотики как класс веществ играют ключевую роль в медицине и ветеринарии, обеспечивая эффективное лечение инфекционных заболеваний. Их применение в различных областях сельского хозяйства, и конкретно в животноводстве, имеет как положительные, так и отрицательные стороны [2; 16; 20]. В животноводстве применяются хлорамфеникол, антибиотики тетрациклиновой группы и пенициллин, которые включены в список разрешенных препаратов, регулируемый законодательством [12; 14; 16; 20; 23]. В 2020 году мировое потребление антибиотиков в животноводстве составило 160 тыс. т, и ожидается, что эта цифра может вырасти до 200 тыс. т к 2030 году [25]. Основная часть препаратов является составной частью кормов и применяется не только для лечения, но и для профилактики заболеваний, а

также в качестве стимуляторов роста [1; 3; 5; 6; 8; 13; 21; 22; 24; 25]. Но использование антибиотиков может не только улучшать простоты массы животных, практически гарантированным побочным эффектом является изменение микрофлоры кишечника, что потенциально способствует развитию устойчивых штаммов бактерий [7; 15]. Несмотря на то, что значительная часть антибиотиков, находящихся в составе кормов, принятых животными, выводится с мочой и калом (40–90 %), оставшаяся часть накапливается в организме и попадает в продукты животноводства, такие как мясо, молоко и яйца. Таким образом, антибиотики, используемые в животноводстве, гарантированно влияют на организм потребителя – человека [4; 9–11; 13; 17–19; 23]. Поэтому строгий контроль за использованием антибиотиков в животноводстве становится одной из приоритетных задач для государственных надзорных органов.

Материалы и методы исследования

Общепринятым методом обнаружения в продуктах животноводства антибиотиков тетрациклиновой группы является жидкостный хроматографический анализ по: ГОСТ 31694-2012 Продукты пищевые, продовольственное сырье. Метод определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором.

Хроматографический анализ тетрациклинов в пищевой продукции проводили на жидкостном хроматографе с тройным квадрупольным масс-анализатором и линейной ионной ловушкой QTRAP 6500⁺.

Условия работы жидкостного хроматографа:

- температура термостата колонки – 40 °С;
- скорость потока элюента – 0,4 мл/мин;
- объем вводимой пробы – 10 мкл;
- элюент А – подкисленная вода 0,1 %;
- элюент В – подкисленный ацетонитрил 0,1 %;
- разделение проводить в режиме градиентного элюирования по схеме, градиентного элюирования (табл. 1).

Градуировочную кривую строили при помощи матричной градуировки. Для этого приготовили по 5 заведомо «чистых» проб соответствующих выбранных матриц (мясо птицы) и заражали по схеме, представленной в таблице внесения концентраций градуировочных растворов (табл. 2).

Пробоподготовку провели в двух вариантах, по ГОСТ 31694-2012 и модифицированной методике исключающей этап твердофазной экстракции (ТФЭ). Обычно она применяется для дополнительной очистки экстрактов и предварительного концентрирования тетрациклиновых антибиотиков.

Образец (мясо птицы) экстрагируется с использованием этилацетата. Это позволяет извлечь тетрациклины из матрицы образца. Тетрациклины переходят в органическую фазу (этилацетат), в то время как нежелательные компоненты останутся в водной фазе.

Результаты и обсуждения

Результат сравнения степени извлечения тетрациклинов по ГОСТу и в модифицированной методике приведен на диаграмме (см. рисунок).

Таблица 1

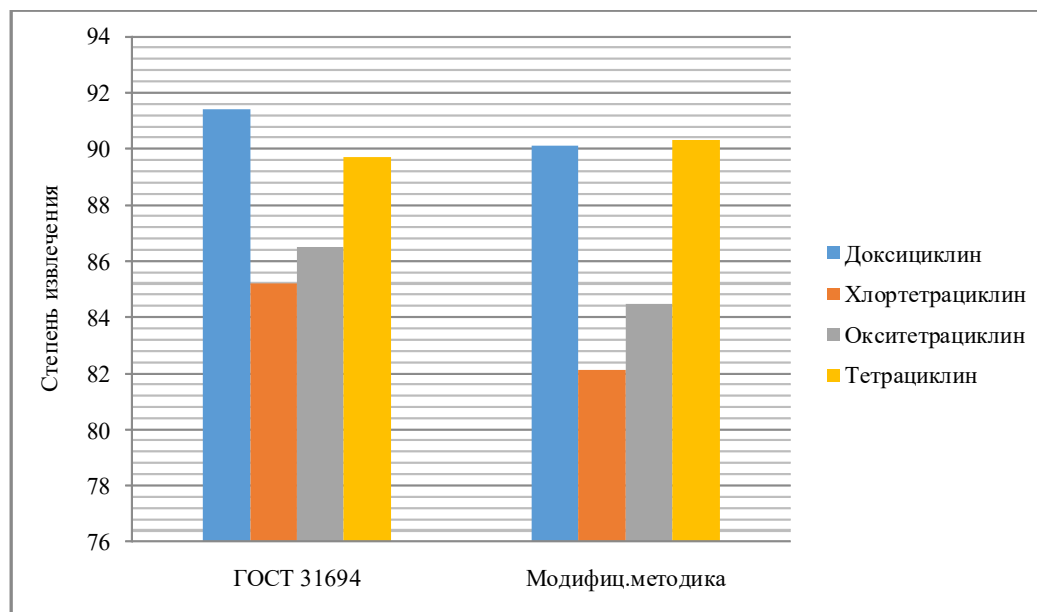
Схема градиентного элюирования

Время (мин)	Поток (мкл/мин)	Элюент А, %	Элюент В, %
0,00	400	90	10
0,10	400	90	10
3,00	400	50	50
3,50	400	50	50
3,60	400	90	10
6,00	400	90	10

Таблица 2

Схема внесения в пробу концентраций градуировочных растворов

Характеристика раствора	Уровни концентраций градуировочных растворов				
	1	2	3	4	5
Объем рабочего раствора № 1 с массовой концентрацией 1 000 нг/см ³ , мм ³			10	50	100
Объем промежуточного рабочего раствора № 2 с массовой концентрацией 100 нг/см ³ , мм ³	10	50			
Объем рабочего раствора внутреннего стандарта с массовой концентрацией 1 000 нг/см ³ , мм ³	50				
Массовая концентрация внутреннего стандарта в полученном градуировочном растворе, нг/см ³	50				
Массовая концентрация аналитов в полученном градуировочном растворе, нг/см ³	1	5	10	50	100



Сравнение степени извлечения тетрациклинов по ГОСТ и по модифицированной методике

Степень извлечения по модифицированной методике составляет более 50 %, что является основанием для использования данной методики в пробоподготовке для определения исследуемых соединений. ПДК для тетрациклиновой группы по Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» составляет: не допускается ($<0,01$ мг/кг); для доксициклина – $0,1$ мг/кг [19].

Исследуемые пробы мяса птицы по ГОСТ 31694-2012 и по модифицированной методике не превышают ПДК, то есть отрицательны; аналиты видны четко при низкой концентрации 1 нг.

Заключение

Остатки антибиотиков в пищевых продуктах представляют серьезную проблему, несмотря на критическую необходимость в поддержании биологических объектов животноводства. Эта характеристика продукции животноводства является одним из приоритетных показателей при оценке безопасности. Анализ и модификация традиционных методов контроля за остаточным содержанием антибиотиков необходимы в условиях возросшей нагрузки на надзорные структуры, оценивающие безопасность продуктов питания.

Исключение из процесса пробоподготовки образцов для определения антибиотиков тетрациклиновой группы этапа твердофазной экстракции (ТФЭ) позволяет значительно сократить продолжительность, трудоемкость метода, а также снизить его стоимость без потери качества проводимого исследования, не выходя за рамки Технического регламента [22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балбуцкая, А. А. Антибиотикограмма микроорганизмов, выделенных от больных острым эндометритом коров / А. А. Балбуцкая, В. Н. Скворцов, С. С. Белимова // Ветеринарный врач. – 2019. – № 5. – С. 4–10.
2. Беляев, В. И. Биохимические показатели крови супоросных свиноматок и их потомства под влиянием селектора / В. И. Беляев, Т. Е. Мельникова, В. И. Шушлебин // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – Т. 41, № 2. – С. 90–94.
3. Влияние антибиотика и фитобиотика на состояние здоровья, продуктивность кур-несушек и качество яйца / А. С. Кривоногова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2023. – №. 5 (234). – С. 61–71. – DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-234-05-61-71>
4. Влияние антибиотиков на зоотехнические показатели кроликов / М. М. Орлов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 5 (91). – С. 177–182. – DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-177-182>

5. Влияние антибиотиков, используемых в животноводстве, на распространение лекарственной устойчивости бактерий (обзор) / И. С. Сазыкин [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2021. – Т. 57. – №. 1. – С. 1–12. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S0555109921010335>
6. Влияние окталактона на продуктивные показатели птицы / Ш. Г. Рахматуллин [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104, №. 4. – С. 158–169. – DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-158>
7. ГОСТ 31694-2012 Метод определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52625/>
8. Грозина, А. А. Микрофлора желудочно-кишечного тракта и зоотехнические показатели цыплят-бройлеров при использовании кормов различного состава на фоне применения антибиотика и пробиотика / А. А. Грозина // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 98–113. – DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2017-6-98-113>
9. Дускаев, Г. К. Фитохимические вещества в кормлении сельскохозяйственной птицы: перспективы использования (обзор) / Г. К. Дускаев, Т. А. Климова // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105, № 3. – С. 137–152. – DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-137>
10. Иль, Е. Н. Ветеринарно-санитарная оценка молока, полученного от высокопродуктивных коров / Е. Н. Иль, М. В. Заболотных, К. Н. Баязитова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (33). – С. 92–98.
11. Лебедев, С. В. Элементный статус организма кур при введении в рацион ферментных, пробиотических и антибиотических препаратов / С. В. Лебедев // Животноводство и кормопроизводство. – 2013. – Т. 4, № 82. – С. 88–93.
12. Лыско, С. Б. Профилактика бактериальных болезней птиц без антибиотиков / С. Б. Лыско // Эффективное животноводство. – 2022. – № 4 (179). – С. 55–57.
13. Маркова, И. В. Экологическая оценка безопасности мяса бычков различных пород / И. В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. – 2013. – Т. 3, № 81. – С. 72–74.
14. Мурленков, Н. В. Проблемы и факторы развития антибиотикорезистентности в сельском хозяйстве / Н. В. Мурленков // Биология в сельском хозяйстве. – 2019. – № 4 (25). – С. 11–14.
15. Норматова, Ш. А. Фактическое употребление молока и молочных продуктов и оценка степени их загрязнения / Ш. А. Норматова, Ш. С. Бахритдинов // Гигиена и санитария. – 2011. – № 2. – С. 67–69.
16. Обзор средств антибиотикотерапии, активных в отношении возбудителей инфекционного мастита / Ю. О. Лящук [и др.] // Аграрная наука. – 2024. – №. 6. – С. 50–55. – DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-383-6-50-55>
17. Оценка биологической безопасности молочных продуктов, содержащих антибиотики / О. С. Чаплыгиной [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53, №. 1. – С. 192–201. – DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1-2427>
18. Применение антибиотиков в сельском хозяйстве и альтернативы их использования / М. С. Мирошникова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – №. 5. – С. 65–70.
19. Семенова, Е. Ф. Скрининг антимикробной активности жидких экстрактов стевии Ребо (*Steviarebaudiana* Bertoni) / Е. Ф. Семенова, А. С. Веденеева, Т. П. Жужалова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Химия. Биология. Фармация». – 2010. – № 1. – С. 121–126.
20. Сравнительный анализ показателей липидного обмена у крыс при оценке качества и безопасности продуктов животноводства / С. Н. Белик [и др.] // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2016. – Т. 18, № 7. – С. 90–93.
21. Тимофеева, С. С. Оценка потенциальных рисков для здоровья населения Байкальского региона при употреблении продуктов, загрязненных антибиотиками / С. С. Тимофеева, С. С. Тимофеев, О. В. Тюкалова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 312–325. – DOI: <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-312-325>
22. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>
23. Филиппова, М. С. Применение кормового антибиотика энрамицин для профилактики репродуктивных нарушений у свиноматок / М. С. Филиппова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 95–99.
24. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам в животноводстве / В. А. Рязанова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104, №. 4. – С. 108–123. – DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-108>
25. Шульга, Н. Н. Антибиотики в животноводстве: пути решения проблемы / Н. Н. Шульга, И. С. Шульга, Л. П. Плавшак // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 35-4. – С. 52–55. – DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-28-02-2018-68>

REFERENCES

1. Balbuckaya A.A., Skvortsov V.N., Belimova S.S. Antibiotikogramma mikroorganizmov, vydelennyh ot bolnyh ostrym endometritom korov [Antibiotic Profile of Microorganisms Isolated from Cows with Acute Endometritis]. *Veterinarnyy vrach*, 2019, no. 5, pp. 4-10.
2. Belyaev V.I., Melnikova T.E., Shushlebin V.I. Biohimicheskie pokazateli krovi suporosnyh svinomatok i ih potomstva pod vliyaniem selekora [Biochemical Parameters of Blood of Pregnant Sows and Their Offspring Under the Influence of Selector]. *Selskohozyajstvennaya biologiya*, 2006, vol. 41, no. 2, pp. 90-94.
3. Krivonogova A.S. et al. Vliyanie antibiotika i fitobiotika na sostoyanie zdorovya, produktivnost kur-nesushek i kachestvo yayca [Antibiotic and Phytobiotic's Effect on Health Status, Productivity of Laying Hens and Egg Quality]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2023, no. 5 (234), pp. 61-71. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-234-05-61-71>
4. Orlov M.M. et al. Vliyanie antibiotikov na zootekhnicheskie pokazateli krolikov [The Influence of Antibiotics on Zootechnical Performance of Rabbits]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021, no. 5 (91), pp. 177-182. DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-177-182>
5. Sazykin I.S. et al. Vliyanie antibiotikov, ispolzuyushchihysya v zhivotnovodstve, na rasprostranenie lekarstvennoj ustojchivosti bakterij (obzor) [The Impact of Antibiotics Used in Animal Husbandry on the Spread of Bacterial Drug Resistance (Review)]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2021, vol. 57, no. 1, pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0555109921010335>
6. Rakhmatullin Sh.G., Nurzhanov B.S., Inchagova K.S., Duskaev G.K., Sheida E.V., Kosyan D.B. Vliyanie oktalaktona na produktivnye pokazateli pticy [Influence of Octalactone on Poultry Productivity]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2021, vol. 104, no. 4, pp. 158-169. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-158>
7. GOST 31694-2012 Metod opredeleniya ostatochnogo soderzhaniya antibiotikov tetraciklinovoy gruppy s pomoshchyu vysokoeffektivnoj zhidkostnoy hromatografii s mass-spektrometricheskimi detektorom [GOST 31694-2012 Method for Determination of Residual Content of Tetracycline Antibiotics Using High-Performance Liquid Chromatography with a Mass Spectrometric Detector]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52625/>
8. Grozina A.A. Mikroflora zheludochno-kishechnogo trakta i zootekhnicheskie pokazateli cyplyat-brojlerov pri ispolzovanii kormov razlichnogo sostava na fone primeneniya antibiotika i probiotika [Gastrointestinal Microflora and Zootechnical Indices of Broiler Chicken Supplied with Feeds of Different Composition in the Course of Antibiotic and Probiotic Treatment]. *Izvestiya Timiryazevskoy selskohozyajstvennoy akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2017, no. 6, pp. 98-113. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2017-6-98-113>
9. Duskaev G.K., Klimova T.A. Fitohimicheskie veshchestva v kormlenii selskohozyajstvennoj pticy: perspektivy ispolzovaniya (obzor) [Phytochemicals in Poultry Nutrition: Prospects for Use (Review)]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2022, vol. 105, no. 3, pp. 137-152. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-137>
10. Il E.N., Zabolotnyh M.V., Bayazitova K.N. Veterinarno-sanitarnaya ocenka moloka, poluchennogo ot vysokoproduktivnyh korov [Veterinary and Sanitary Assessment of Milk Obtained from High-Yielding Cows]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 1 (33), pp. 92-98.
11. Lebedev S.V. Elementnyy status organizma kur pri vvedenii v racion fermentnyh, probioticheskikh i antibioticheskikh preparatov [Elemental Status of the Chicken Body When Introducing Enzyme, Probiotic and Antibiotic Preparations into the Diet]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2013, vol. 4, no. 82, pp. 88-93.
12. Lyso S.B. Profilaktika bakterialnyh boleznej ptic bez antibiotikov [Prevention of Bacterial Diseases in Birds Without Antibiotics]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 2022, no. 4 (179), pp. 55-57.
13. Markova I.V. Ekologicheskaya ocenka bezopasnosti myasa bychkov razlichnyh porod [Environmental Safety Assessment of Beef of Various Breeds]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2013, vol. 3, no. 81, pp. 72-74.
14. Murlenkov N.V. Problemy i faktory razvitiya antibiotikorezistentnosti v selskom hozyajstve [Problems and Factors of Antibiotic Resistance Development in Agriculture]. *Biologiya v selskom hozyajstve*, 2019, no. 4 (25), pp. 11-14.
15. Normatova Sh.A., Bahritdinov Sh.S. Fakticheskoe upotrebleniye moloka i molochnyh produktov i ocenka stepeni ih zagryazneniya [Actual Consumption of Milk and Dairy Products and Assessment of the Degree of Their Contamination]. *Gigiena i sanitariya*, 2011, no. 2, pp. 67-69.
16. Lyashchuk Yu.O. et al. Obzor sredstv antibiotikoterapii, aktivnyh v otnoshenii vzbuditelej infekcionnogo mastita [Review of Antibiotic Agents Active Against Infectious Mastitis Pathogens].

Agrarnaya nauka [Agrarian Science], 2024, no. 6, pp. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-383-6-50-55>

17. Chaplygin O.S. et al. Ocenka biologicheskoy bezopasnosti molochnykh produktov, soderzhashchih antibiotiki [Assessing the Biological Safety of Dairy Products with Residual Antibiotics]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2023, vol. 53, no. 1, pp. 192-201. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1-2427>

18. Miroshnikova M.S. et al. Primenenie antibiotikov v selskom hozyajstve i alternativy ih ispolzovaniya [The Use of Antibiotics in Agriculture and Alternatives to Their Use]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*, 2021, no. 5, pp. 65-70.

19. Semenova E.F., Vedeneva A.S., Zhuzhzhaylova T.P. Skrinig antimikrobnoy aktivnosti zhidkih ekstraktov stevii Rebo (Stevia rebaudiana Bertoni) [Screening of Antimicrobial Activity of Liquid Extracts of Stevia rebaudiana Bertoni]. *Vestnik Voronezhskogo gosuniversiteta. Seriya «Himiya. Biologiya. Farmatsiya»*, 2010, no. 1, pp. 121-126.

20. Belik S.N. et al. Sravnitelnyy analiz pokazatelej lipidnogo obmena u krysov pri ocenke kachestva i bezopasnosti produktov zhivotnovodstva [Comparative Analysis of Lipid Metabolism Parameters in Rats When Assessing the Quality and Safety of Livestock Products]. *Mediko-farmaceuticheskij zhurnal «Puls»*, 2016, vol. 18, no. 7, pp. 90-93.

21. Timofeeva S.S., Timofeev S.S., Tyukalova O.V. Ocenka potencialnykh riskov dlya zdorovya naseleniya Bajkalskogo regiona pri upotreblenii produktov, zagryaznennykh antibiotikami [Assessment of Potential

Risks to the Health of the Population of the Baikal Region When Using Products Contaminated with Antibiotics]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti* [RUDN Journal of Ecology and Life Safety], 2022, vol. 30, no. 3, pp. 312-325. DOI: <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-312-325>

22. TR TS 021/2011 Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoj produkcii» [TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union “On the Safety of Food Products”]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>

23. Filippova M.S. Primenenie kormovogo antibiotika enramicin dlya profilaktiki reproduktivnykh narushenij u svinomatok [Use of the Feed Antibiotic Enramycin for the Prevention of Reproductive Disorders in Sows]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj selskohozyajstvennoj akademii*, 2019, no. 2, pp. 95-99.

24. Ryazanova V.A., Kurilkina M.Ya., Duskaev G.K., Gabidulin V.M. Fitobiotiki kak alternativa antibiotikam v zhivotnovodstve [Phytobiotics as an Alternative to Antibiotics in Animal Husbandry (Review)]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2021, vol. 104, no. 4, pp. 108-123. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-108>

25. Shulga N.N., Shulga I.S., Plavshak L.P. Antibiotiki v zhivotnovodstve-puti resheniya problemy [Antibiotics in Animal Husbandry: Solutions to the Problem]. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 35-4, pp. 52-55. DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-28-02-2018-68>

Information About the Authors

Alexandra A. Kopeikina, Master's Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetskij, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, bot@volsu.ru

Mikhail V. Maltsev, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetskij, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, maltsev@volsu.ru

Информация об авторах

Александра Алексеевна Копейкина, магистрант, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, bot@volsu.ru

Михаил Васильевич Мальцев, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, maltsev@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.6>

UDC 615.32:581.4:616.3

LBC 56.18

THE ROLE OF IVAN-TEA (*CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM*) IN SUPPORTING THE GASTROINTESTINAL TRACT

Alexey S. Venetsiansky

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Platon A. Isakov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

Svetlana A. Stepanova

ITMO University, Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. Gastrointestinal (GI) disorders, including inflammatory and functional ones, remain a leading problem in modern gastroenterology. With increasing antibiotic resistance and the side effects of synthetic drugs, interest in herbal remedies with proven safety and multifactorial action is growing. The aim of this study is to systematize scientific data on the effects of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (fireweed) on gastrointestinal health and to justify its use as a functional food product. This study analyzed and summarized data from 10 key scientific publications from 2008–2022, focusing on the phytochemical composition, biological activity, and clinical effects of fireweed. The plant's therapeutic potential has been established to be due to its high content of macrocyclic ellagitannins (primarily enothein B), flavonoids, chlorogenic acid, water-soluble polysaccharides, vitamins (C, A, B vitamins), and minerals (K, Mg, Fe, Zn, Mn). These components provide a comprehensive effect: inhibition of pro-inflammatory enzymes (COX-2, 5-LOX), neutralization of free radicals, selective suppression of pathogens (*H. pylori*, *S. aureus*), preservation of commensal microflora, formation of a mucoprotective film, and support of epithelial regeneration. The obtained data allow us to consider fireweed not only as a traditional beverage but also as a scientifically proven preventative and adjuvant treatment for functional and inflammatory gastrointestinal diseases. This new knowledge lies in the integration of phytochemical, microbiological, and clinical data, confirming the multi-target mechanism of action of fireweed and its potential in personalized nutrition.

Key words: Ivan-tea, gastrointestinal tract, properties, composition.

Citation. Venetsiansky A.S., Isakov P.A., Stepanova S.A. The Role of Ivan-Tea (*Chamaenerion Angustifolium*) in Supporting the Gastrointestinal Tract. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 50-55. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.6>

УДК 615.32:581.4:616.3

ББК 56.18

РОЛЬ ИВАН-ЧАЯ (*CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM*) В ПОДДЕРЖКЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Алексей Сергеевич Венецианский

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Платон Андреевич Исаков

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация

Светлана Александровна Степанова

Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Нарушения функций желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), в том числе воспалительные и функциональные расстройства, остаются одной из ведущих проблем современной гастроэнтерологии. В условиях роста устойчивости к антибиотикам и побочных эффектов синтетических препаратов возрастает интерес к фитотерапевтическим средствам с доказанной безопасностью и многофакторным действием. Целью настоящего исследования является систематизация научных данных о влиянии *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (иван-чай) на состояние желудочно-кишечного тракта и обоснование его применения в качестве функционального продукта. В работе использован метод анализа и обобщения данных из 10 ключевых научных публикаций за 2008–2022 гг., посвященных фитохимическому составу, биологической активности и клиническим эффектам иван-чая. Установлено, что терапевтический потенциал растения обусловлен высоким содержанием макроциклических эллагитаннинов (в первую очередь энотеина В), флавоноидов, хлорогеновой кислоты, водорастворимых полисахаридов, витаминов (С, А, группы В) и минералов (К, Mg, Fe, Zn, Mn). Эти компоненты обеспечивают комплексное действие: ингибирование провоспалительных ферментов (ЦОГ-2, 5-ЛОКС), нейтрализацию свободных радикалов, избирательное подавление патогенов (*H. pylori*, *S. aureus*), сохранение комменсальной микрофлоры, формирование мукопротекторной плёнки и поддержку регенерации эпителия. Полученные данные позволяют рассматривать иван-чай не только как традиционный напиток, но и как научно обоснованное средство профилактики и вспомогательной поддержки при функциональных и воспалительных заболеваниях ЖКТ. Новое знание заключается в интеграции фитохимических, микробиологических и клинических данных, подтверждающих многоцелевой механизм действия иван-чая и его потенциал в персонализированном питании.

Ключевые слова: иван-чай, желудочно-кишечный тракт, свойства, состав.

Цитирование. Венецианский А. С., Исаков П. А., Степанова С. А. Роль иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*) в поддержке желудочно-кишечного тракта // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 50–55. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.3.6>

Введение

Усвоение питательных веществ и важнейшие иммунные функции напрямую зависят от функционирования желудочно-кишечного тракта и его нормальной работы. Стратегии поддержки питания часто включают пищевые волокна, пробиотики и продукты, богатые полифенолами. Иван-чай является перспективным источником таких полезных соединений. Его листья, традиционно ферментируемые для получения чая, богаты уникальным набором полифенолов, полисахаридов и других микроэлементов, которые оказывают положительное влияние на органы и системы органов человека, а именно ЖКТ.

Цель работы – анализ результатов проведенных исследований в области физико-химических показателей, состава и свойств иван-чая и оценка его влияния на желудочно-кишечный тракт человека.

Исходя из цели исследования поставлены следующие задачи:

- систематизировать данные об активных веществах, содержащихся в иван-чае;
- выделить основные вещества, которые оказывают влияние на ЖКТ;

– изучить целесообразность применения иван-чая для поддержки желудочно-кишечного тракта.

Материалы и методы

В качестве материалов исследования были использованы публикации в научных журналах, рассматривающие состав и свойства иван-чая, а также исследования микробиома ЖКТ человека. При анализе данных основной фокус был направлен на исследования последних лет, которые расширяют представление о составе, содержании макро- и микронутриентов в побегах растения. Такой подход позволил наиболее точно понять механизмы воздействия активных веществ на желудочно-кишечный тракт человека.

Результаты и обсуждение

Терапевтический потенциал иван-чая объясняется его разнообразным фитохимическим профилем. Основными биоактивными веществами в составе являются полифенолы. Большую часть составляют макроциклические танины класса эллагитаннинов,

в частности, энотеин В и, в меньшей степени, энотеин А [1]. Эти крупные димерные соединения редко встречаются в составе растений и считаются отличительными компонентами, ответственными за многие свойства иван-чая. Кроме того, растение содержит флавоноиды (например, кверцетин, мирицетин, каэмпферол), фенольные кислоты (например, хлорогеновую кислоту) и простые галлотаннины [2].

Иван-чай содержит водорастворимые полисахариды (пектины, муцилаги), которые обуславливают его смягчающие свойства. Кроме того, он содержит тритерпены, аскорбиновую кислоту (витамин С), каротиноиды, а также такие минералы, как железо, марганец и калий [1]. Примечательно, что в нем полностью отсутствуют кофеин и другие метилксантины.

Хроническое воспаление и окислительный стресс являются основными факторами многих заболеваний ЖКТ, включая гастрит, воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) и функциональную диспепсию. Высокомолекулярный эллагитаннин, энотеин В, который содержится в побегах иван-чая, является мощным ингибитором провоспалительных ферментов, таких как циклооксигеназа-2 (COX-2) и 5-липоксигеназа (5-LOX). Он также подавляет активацию ключевых воспалительных сигнальных путей, тем самым снижая выработку таких цитокинов.

Полифенолы в иван-чае действуют как мощные антиоксиданты, непосредственно уничтожая свободные радикалы (например, реактивные виды кислорода – ROS) и хелатируя ионы прооксидантных металлов. Это помогает защитить нежную эпителиальную выстилку желудка и кишечника от окислительного повреждения, вызванного диетическими факторами, патогенными микроорганизмами или химическими раздражителями.

Здоровье кишечника тесно связано с балансом микробиоты. Иван-чай обладает избирательным антимикробным действием. Энотеин В и другие танины продемонстрировали эффективность против различных патогенных бактерий, включая *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, а также некоторые виды

Salmonella и *Campylobacter* [1]. Это действие объясняется их способностью вступать в комплекс с белками клеточных стенок микроорганизмов, нарушая их функционирование. Стоит заметить, что эти соединения оказывают бактериостатическое действие на патогенные микроорганизмы, в то время как полезные комменсальные бактерии, такие как *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, в значительной степени щадят их. Более того, полисахариды и клетчатка в иван-чае могут служить субстратом для этих полезных микробов, потенциально действуя как пребиотик и способствуя здоровому балансу микробиома кишечника.

Полисахаридная фракция иван-чая при заваривании в чай образует вязкий раствор, обладающий вяжущими свойствами [3]. Этот раствор может покрывать слизистую оболочку, создавая успокаивающий защитный слой, который смягчает раздражение от желудочной кислоты и другого содержимого просвета. Это действие может быть полезным для устранения симптомов изжоги и гастрита.

Кроме поддерживающей роли иван-чай может также выступать в качестве источника макро- и микронутриентов. При изучении исследований о составе *Chamaenerion angustifolium* (L.) были составлены таблицы, отражающие содержание биологически активных веществ [4–9] в листьях (таблицы 1, 2). Стоит отметить, что содержание примерное, так как количество веществ зависит от места произрастания и времени сбора.

Содержание витамина С в листьях *Chamaenerion angustifolium* (L.) выше (до 400 мг/100 г), чем в апельсинах (60 мг), черной смородине (200 мг) и лимонах (53 мг), что делает его наиболее ценным и доступным его источником. А содержание β-каротина в 100 г практически закрывает суточную норму потребления – 5 мг.

Процесс ферментации (окисление листа), через который проходит иван-чай для получения насыщенного вкуса, незначительно снижает содержание некоторых витаминов. Однако большая их часть сохраняется [3]. Витамины в иван-чае находятся в натуральной, легкоусвояемой форме, что повышает их биодоступность для организма по сравнению с синтетическими аналогами.

Таблица 1

Витамины, содержащиеся в листьях иван-чая

Витамин	Содержание на 100 г сухих листьев	Влияние на ЖКТ
Витамин С (аскорбиновая кислота)	200–400 мг	Защита слизистых, противовоспалительное действие, улучшение всасывания железа
Провитамин А (β-каротин)	3,5 мг	Регенерация и защита слизистых оболочек
Витамин В2 (рибофлавин)	0,8–1,3 мг	Поддержание здоровья слизистых оболочек, нормализация секреции
Витамин В3 (РР, ниацин)	4,8–6,7 мг	Нормализация моторной функции, поддержание секреции
Витамин В6 (пиридоксин)	0,5–0,9 мг	Улучшение переваривания пищи, синтез ферментов, профилактика дисбактериоза
Витамин В9 (фолиевая кислота)	110–150 мкг	Регенерация клеток, профилактика воспалений и онкологии

Таблица 2

Макро и микроэлементы, содержащиеся в листьях иван-чая

Элемент	Содержание на 100 г сухих листьев	Влияние на ЖКТ
Калий (K)	590 мг	Регулятор жидкостного баланса и мышечных сокращений. Поддерживает нормальный тонус гладкой мускулатуры кишечника, обеспечивая правильную перистальтику (ритмичные сокращения) и предотвращая как запоры, так и спазмы
Кальций (Ca)	430 мг	Участвует в регуляции сокращений гладких мышц ЖКТ. Играет роль в свертываемости крови, что важно для профилактики кровотечений (например, при язвенной болезни)
Магний (Mg)	290 мг	Спазмолитик и регулятор моторики. Расслабляет гладкую мускулатуру кишечника, снимая болезненные спазмы и колики. Способствует нормализации стула при запорах
Натрий (Na)	34 мг	Регулятор водно-солевого баланса. Участвует в поддержании осмотического давления и транспорте питательных веществ через стенки кишечника. Важен для выработки соляной кислоты в желудке
Фосфор (P)	108 мг	Необходим для процессов усвоения и преобразования питательных веществ в энергию, которая требуется для постоянного обновления клеток слизистой оболочки ЖКТ
Железо (Fe)	23 мг	Ключевой элемент кроветворения. Его достаточное количество предотвращает развитие анемии, которая часто является следствием хронических кровопотерь при заболеваниях ЖКТ (язвы, геморрой). Улучшает кислородное снабжение тканей кишечника
Марганец (Mn)	16 мг	Помощник пищеварения и антиоксидант. Активирует ряд пищеварительных ферментов, необходимых для переваривания и усвоения пищи. Защищает клетки кишечника от oxidative stress (окислительного стресса)
Медь (Cu)	1,3 мг	Противовоспалительное действие и усвоение железа. Обладает противовоспалительными свойствами, важна для защиты слизистой. Необходима для эффективного усвоения железа в кишечнике
Цинк (Zn)	2,7 мг	Критически важен для синтеза белка и деления клеток, что ускоряет заживление эрозий и язв желудка и двенадцатиперстной кишки. Укрепляет местный иммунитет кишечника
Бор (B)	6 мг	Влияет на активность некоторых пищеварительных ферментов и способствует усвоению других макроэлементов
Никель (Ni)	1,3 мг	Влияет на ферментативную активность. Участвует в активации некоторых ферментов, участвующих в расщеплении пищи
Молибден (Mo)	0,44 мг	Входит в состав ферментов, которые обезвреживают токсины в печени и кишечнике

Комплекс макро- и микроэлементов в иван-чае оказывает дополнительное благотворное действие на пищеварительную систему:

– калий и магний обеспечивают правильные, ритмичные сокращения кишечника, предотвращая запоры и спазмы;

– цинк, медь и марганец способствуют быстрому заживлению слизистых оболочек при эрозиях, гастритах и язвах;

– марганец, молибден и фосфор активируют ферменты, необходимые для расщепления и усвоения питательных веществ;

– железо предотвращает анемию, а кальций и витамин К поддерживают нормальную свертываемость крови;

– марганец, медь и цинк входят в состав собственных антиоксидантных ферментов организма, защищая клетки ЖКТ от повреждений.

Заключение

Совокупность фармакологических данных позволяет рассматривать иван-чай как средство для поддержания здоровья ЖКТ. Его многоцелевое действие – одновременное уменьшение воспаления, защита от окислительного повреждения, модуляция микробиоты и успокоение слизистой – согласуется с целостным подходом к оздоровлению кишечника.

Важно понимать, что применение иван-чая не является полноценной терапией, но его регулярное употребление в составе сбалансированной диеты может способствовать созданию устойчивой среды ЖКТ, потенциально снижая риск воспалений и смягчая легкие, временные симптомы. В дополнение к этому он является отличным источником макро- и микронутриентов, что помогает восполнить их баланс в организме человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, А. Н. Лечебные свойства и применение кипрея узколистного в народной медицине / А. Н. Алексеева, Е. В. Кириченко // Вестник Алтайского университета. – 2018. – № 3. – С. 15–21.
2. Витаминный статус и состояние костной ткани у пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта / А. А. Светикова [и др.] // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77, № 2. – С. 32–35.

3. Закамская, Е. С. Содержание биологически активных веществ в кипрее узколистном при различных способах ферментации / Е. С. Закамская, О. М. Конюхова // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 3 (55). – С. 29–39.

4. Колосова, Н. Г. Применение лекарственных трав в гастроэнтерологии: современные подходы и рекомендации / Н. Г. Колосова, А. А. Ягубянец // Российский медицинский журнал. – 2020. – № 2. – С. 102–108.

5. Кукина, Т. П. Липофильные кислоты иван-чая узколистного / Т. П. Кукина, Т. С. Фролова, О. И. Сальникова // Химия растительного сырья. – 2014. – № 1. – С. 139–146.

6. Лукашук, С. П. Кипрей узколистный – источник биологически активных веществ / С. П. Лукашук, Е. Б. Сергеева, А. В. Папаяни // Научное обозрение. Биологические науки. – 2025. – № 3. – С. 73–77. – DOI: <https://doi.org/10.17513/srbs.1421>

7. Оценка эффективности включения специализированного углеводно-белкового продукта с витаминами и минеральными веществами в диетотерапию заболеваний желудочно-кишечного тракта и остеопении / О. А. Вржесинская [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2009. – № 6. – С. 104–109.

8. Скларова, Л. Ю. Применение растительных препаратов при функциональных расстройствах ЖКТ / Л. Ю. Скларова, Е. А. Хохлова // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 1. – С. 56–62.

9. Содержание витаминов С, А, Е, В и в-каротина у пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта / О. А. Вржесинская [и др.] // Клиническая медицина. – 2021. – № 1. – С. 47–57.

REFERENCES

1. Alekseeva A.N., Kirichenko E.V. Lechebnye svoystva i primeneniye kipreya uzkolistnogo v narodnoy medicine [Medicinal Properties and Use of Narrow-Leaved Fireweed in Traditional Medicine]. *Vestnik Altajskogo universiteta* [Bulletin of Altai University], 2018, no. 3, pp. 15-21.
2. Svetikova A.A., Vrzhesinskaya O.A., Kodentsova V.M., Gmshinskaya M.V. Vitaminnyj status i sostoyanie kostnoj tkani u pacientov s zabolevaniyami zheludочно-kishechnogo trakta [Vitamin Status and Bone Tissue Condition in Patients With Gastrointestinal Diseases]. *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition], 2008, vol. 77, no. 2, pp. 32-35.
3. Zakamskaya E.S., Konyukhova O.M. Soderzhanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v kipree uzkolistnom pri razlichnykh sposobakh

fermentacii [Content of Biologically Active Substances in Narrow-Leaved Fireweed Under Various Fermentation Methods]. *Vestnik PGU. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Bulletin of PSTU. Series: Forest. Ecology. Nature Management], 2022, no. 3 (55), pp. 29-39.

4. Kolosova N.G., Yagubyants A.A. Primenenie lekarstvennykh trav v gastroenterologii: sovremennye podhody i rekomendacii [The Use of Medicinal Herbs in Gastroenterology: Modern Approaches and Recommendations]. *Rossiiskij medicinskij zhurnal* [Russian Medical Journal], 2020, no. 2, pp. 102-108.

5. Kukina T.P., Frolova T.S., Salnikova O.I. Lipofilnye kisloty ivan-chaya uzkolistnogo [Lipophilic Acids of Narrow-Leaved Fireweed]. *Himiya rastitelnogo syrya* [Chemistry of Plant Raw Materials], 2014, no. 1, pp. 139-146.

6. Lukashuk S.P., Sergeeva E.B., Papayani A.V. Kiprej uzkolistnyj – istochnik biologicheski aktivnykh veshchestv [Narrow-Leaved Fireweed as a Source of Biologically Active Substances]. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki* [Scientific Review. Biological Sciences], 2025, no. 3, pp. 73-77. DOI: <https://doi.org/10.17513/srbs.1421>

7. Vrzhesinskaya O.A., Svetikova A.A., Risnik D.V., Tutelyan V.A. Ocenka effektivnosti vklyucheniya specializirovannogo uglevodno-belkovogo produkta s vitaminami i mineralnymi veshchestvami v dietoterapiyu zabolevanij zheludочно-kishechnogo trakta i osteopenii [Evaluation of the Effectiveness of Including a Specialized Carbohydrate-Protein Product with Vitamins and Minerals in the Diet Therapy of Gastrointestinal Diseases and Osteopenia]. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya gastroenterologiya* [Experimental and Clinical Gastroenterology], 2009, no. 6, pp. 104-109.

8. Sklyarova L. Yu., Khokhlova E.A. Primenenie rastitelnykh preparatov pri funktsionalnykh rasstrojstvakh ZhKT [The use of Herbal Preparations for Functional Gastrointestinal Disorders]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2020, no. 1, pp. 56-62.

9. Vrzhesinskaya O.A., Svetikova A.A., Risnik D.V., Kodentsova V.M. Soderzhanie vitaminov S, A, E, V i b-karotina u pacientov s zabolevaniyami zheludочно-kishechnogo trakta [Content of Vitamins C, A, E, B and b-carotene in Patients with Gastrointestinal Diseases]. *Klinicheskaya medicina* [Clinical Medicine], 2021, no. 1, pp. 47-57.

Information About the Authors

Alexey S. Venetsiansky, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetskyy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, alven79@mail.ru

Platon A. Isakov, Student, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, 115054 Moscow, Russian Federation, piton21102004@gmail.com

Svetlana A. Stepanova, Master's Student, ITMO University, Kronverksky Prosp., 49A, 197101 Saint Petersburg, Russian Federation, stepanovaca@mail.ru

Информация об авторах

Алексей Сергеевич Венецианский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, alven79@mail.ru

Платон Андреевич Исаков, студент, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, 115054 г. Москва, Российская Федерация, piton21102004@gmail.com

Светлана Александровна Степанова, магистрант, Национальный исследовательский университет ИТМО, Кронверкский просп, 49, лит. А, 197101 г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, stepanovaca@mail.ru



Журнал «Природные системы и ресурсы» издается для широкого ознакомления научной общественности с результатами современных исследований по экологии, геоэкологии, природопользованию, географии, геоинформатике, а также по биотехнологии и биоинженерии.

Авторами журнала могут быть преподаватели, научные сотрудники и аспиранты высших учебных заведений и научно-исследовательских учреждений России, а также другие отечественные и зарубежные исследователи.

**ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДКОЛЛЕГИЮ ЖУРНАЛА
«ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ»**

1. Материалы представляются на бумажном и электронном носителях по адресу: 400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100, Волгоградский государственный университет – главному редактору Иванцовой Елене Анатольевне или высылаются по электронной почте на адрес: vestnik11@volsu.ru.

Обязательно наличие сопроводительного письма, в котором должны содержаться следующие пункты: гарантия оригинальности статьи, отсутствия в ней недостоверных данных и плагиата; обязательство не подавать данный материал в другой журнал; информация о наличии/отсутствии потенциального конфликта интересов с членами редколлегии; данные о финансировании исследования (с пометкой об их конфиденциальности или необходимости опубликования); согласие с принципами, изложенными в разделе «Издательская этика» журнала (<https://ns.jvolsu.com/index.php/publishing-ethics-ru>).

Для российских авторов (аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук) необходимо дополнительно представить рекомендацию, подписанную научным руководителем и заверенную печатью учреждения.

2. Правила оформления статей.

Объем статьи не должен превышать 1 п. л.

Каждая статья должна включать следующие элементы издательского оформления:

- 1) Индексы УДК и ББК.
- 2) Заглавие. Подзаголовочные данные (на русском и английском языках).
- 3) Имя, отчество, фамилия автора; ученое звание, ученая степень; контактная информация (место работы/учебы и должность автора, полный почтовый адрес организации, телефон, e-mail) на русском и английском языках.
- 4) Аннотация на русском языке и авторское резюме (Abstract) на английском языке.
- 5) 5–8 ключевых слов или словосочетаний (на русском и английском языках).
- 6) Текст статьи.
- 7) Список литературы на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.1-2003, и References – список литературы на английском языке (латинским шрифтом), оформленный в соответствии с требованиями редакции. При необходимости – примечания, приложения.

2.1. Требования к авторским оригиналам на бумажном и электронном носителях.

- 1) Поля по 2 см с каждой стороны.
- 2) Нумерация страницы по центру внизу.
- 3) Шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.
- 4) Файл должен быть создан в программе «Microsoft Word» и сохранен с расширением *.rtf; имя файла должно быть набрано латиницей и отражать фамилию автора.

2.2. Оформление библиографических ссылок и примечаний.

- 1) Библиографические ссылки на пристатейный список литературы должны быть оформлены с указанием в строке текста в квадратных скобках цифрового порядкового номера источника и через запятую номеров соответствующих страниц.
- 2) Пристатейный список литературы, озаглавленный как «Список литературы», составляется в алфавитном пронумерованном порядке. Он должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1–2003 с указанием обязательных сведений библиографического описания.

3. После получения материалов рукопись направляется на рецензирование. Решение о публикации статей принимается редакционной коллегией после рецензирования. Редакция оставляет за собой право отклонить или отправить представленные статьи на доработку на основании соответствующих заключений рецензентов. После получения положительной рецензии редакция уведомляет авторов о том, что статья принята к опубликованию, а также направляет замечания рецензентов и редакторов, в соответствии с которыми необходимо исправить или дополнить статью. В случае отказа в публикации статьи редакция представляет автору мотивированный отказ.

Полнотекстовые версии опубликованных статей и их метаданные (аннотации, ключевые слова, информация об авторах на русском и английском языках, список литературы) будут размещены в свободном доступе в Интернете на официальном сайте издания, на платформе Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU и других реферативных баз данных.

4. Более подробно с требованиями к статьям можно ознакомиться на страничке Издательства на сайте Волгоградского государственного университета: <https://www.volsu.ru> – и сайте журнала: <https://ns.jvolsu.com>.

ISSN 2713-1572



53>



9 772713 157005