

ISSN 2713-1572

2023

Том 13. № 2

# ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



# NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 13. No. 2

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ  
И РЕСУРСЫ**

**2023**

**Том 13. № 2**

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

**NATURAL SYSTEMS  
AND RESOURCES**

**2023**

**Volume 13. No. 2**



# NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2023. Vol. 13. No. 2

*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  
III № 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:

Assoc. Prof., Dr. *E.A. Ivantsova* – Chief Editor (Volgograd)  
Prof., Dr. *V.V. Novochadov* – Deputy Chief Editor  
(Volgograd)  
Assoc. Prof., Cand. *P.A. Krylov* – 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. Vorobev* (Tomsk); Prof.,  
Acad. of RAS *I.F. Gorlov* (Volgograd); Assoc. Prof.,  
Dr. *P.M. Gzhambetova* (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. Tutiuma* (Solyonoye  
Zaymishche, Astrakhan Oblast); 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 of English texts *D.A. Novak*

Making up *M.Yu. Merkulova, E.S. Reshetnikova*

Technical editing *E.S. Reshetnikova, I.V. Smetanina*

Passed for printing Aug. 21, 2023.

Date of publication: Oct. 26, 2023.

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

Conventional printed sheets 6.3. Published pages 6.8.

Number of copies 500 (1<sup>st</sup> printing 1–27 copies).

Order 107. «C» 26.

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](mailto: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](mailto: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

2023. Т. 13. № 2

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 технологий и массовых коммуникаций (регистрационный номер **ПИ № ФС77-74483** от 30 ноября 2018 г.)

Журнал включен в базу **Российского индекса научного 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 система «Университетская библиотека онлайн»** (Россия)

## Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, доц. *Е.А. Иванцова* – главный редактор (г. Волгоград)  
д-р мед. наук, проф. *В.В. Новочадов* – зам. главного редактора (г. Волгоград)  
канд. биол. наук, доц. *П.А. Крылов* – 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. Околенова* (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., академик 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., академик РАН *И.П. Кружилин* (г. Волгоград) проф., академик РАН *К.Н. Кулик* (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, доц., академик РАН *М.Г. Мустафаев* (г. Баку, Азербайджан); д-р с.-х. наук, проф., академик 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. Соленое 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., академик РАН *А.А. Чибилев* (г. Оренбург); д-р геогр. наук, проф. *Г.Ю. Ямских* (г. Красноярск)

Редактор английских текстов *Д.А. Новак*  
Верстка *М.Ю. Меркуловой, Е.С. Решетниковой*  
Техническое редактирование *Е.С. Решетниковой, И.В. Сметаниной*

Подписано в печать 21.08 2023 г.  
Дата выхода в свет: 26.10 2023 г.  
Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 6,3. Уч.-изд. л. 6,8.  
Тираж 500 экз. (1-й завод 1–27 экз.). Заказ 107. «С» 26.

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](mailto: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](mailto:vestnik11@volsu.ru)

Сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com>

Англояз. сайт журнала:

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







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

---

---

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.1>

UDC 631.6

LBC 40.67



**THE INFLUENCE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS  
ON THE MICROCLIMATE OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE  
IN THE DRY-STEPPE ZONE OF CHESTNUT SOILS <sup>1</sup>**

**Yustina N. Potashkina**

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and Protective Afforestation  
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation;  
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Elena A. Ivantsova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The article presents the results of correlation and regression analysis of the interrelationships of microclimatic indicators and the distance from the forest strip. Field studies were conducted in the dry-steppe zone of chestnut soils during 2020–2021 in the summer, autumn, and winter periods. The object of the study is a forty-year-old protective forest strip of openwork construction of the Kachalinskoye experimental-production farm of mixed breed composition of small-leaved elm (*Ulmus parvifolia* J.) and golden currant (*Ribes aureum* P.) along the edges of the strip. In the course of the analysis, various degrees of dependence of the studied factors on each other were revealed. Correlation analysis revealed a positive relationship (on the Cheddock scale) between the distance from the forest strip and wind speed ( $r = 0.94–0.96$ ), humidity ( $r = 0.83–0.86$ ), and air temperature ( $r = 0.80–0.89$ ). The average and strong correlation between microclimatic indicators and the distance from the forest strip is noted in part of the measurements for soil humidity and temperature. The obtained regression models and determination coefficients indicate the proximity of the mathematical model to empirical observations.

**Key words:** protective forest strips, microclimatic indicators, correlation, regression analysis, statistical processing, dry-steppe zone of chestnut soils.

**Citation.** Potashkina Yu.N., Ivantsova E.A. The Influence of Protective Forest Plantations on the Microclimate of the Agricultural Landscape in the Dry-Steppe Zone of Chestnut Soils. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 5-14. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.1>

УДК 631.6  
ББК 40.67

**ВЛИЯНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
НА МИКРОКЛИМАТ АГРОЛАНДШАФТА  
В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ<sup>1</sup>**

**Юстина Николаевна Поташкина**

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,  
г. Волгоград, Российская Федерация;  
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Елена Анатольевна Иванцова**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье приведены результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязей микроклиматических показателей и расстояния от лесной полосы. Полевые исследования проводились в сухостепной зоне каштановых почв в течение 2020–2021 гг. в летний, осенний и зимний периоды. Объект исследования – сорокалетняя полезащитная лесная полоса ажурной конструкции ОПХ «Качалинское» смешанного породного состава из вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* J.) и смородины золотистой (*Ribes aureum* P.) по краям полосы. В ходе проведения анализа выявлены различные степени зависимости исследуемых факторов друг от друга. Анализ корреляционных связей обнаружил положительную зависимость (по шкале Чеддока) между расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра ( $r = 0,94–0,96$ ), влажностью ( $r = 0,83–0,86$ ) и температурой воздуха ( $r = 0,80–0,89$ ). Средняя и сильная корреляционная взаимосвязь микроклиматических показателей и расстояния от лесной полосы отмечается у части измерений для влажности и температуры почвы. Полученные регрессионные модели и коэффициенты детерминации указывают на близость математической модели к эмпирическим наблюдениям.

**Ключевые слова:** полезащитные лесные полосы, микроклиматические показатели, корреляция, регрессионный анализ, статистическая обработка, сухостепная зона каштановых почв.

**Цитирование.** Поташкина Ю. Н., Иванцова Е. А. Влияние полезащитных лесных насаждений на микроклимат агроландшафта в сухостепной зоне каштановых почв // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 5–14. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.1>

**Введение**

Пропорционально увеличению численности населения возрастает фактор антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Возросшее антропогенное вмешательство в устойчивость экосистем способствует активизации различного рода экологических проблем, таких как сокращение биоразнообразия, изменение климата, сокращение площади лесов и др. Сложившийся экологический кризис и негативная агроэкологическая обстановка стали последствиями интенсификации растениеводческой отрасли.

Одним из способов стабилизации экологической обстановки и сохранения окружающей природной среды является защитное лесоразведение, которое представляет собой комплекс различных мероприятий, направленных

на создание, выращивание и использование насаждений для защиты сельскохозяйственных угодий, почвенных ресурсов, каналов, водоемов и техногенного воздействия промышленного сектора [8; 10; 14; 19]. Особенно актуальным защитное лесоразведение является в аридных малолесных регионах, расположенных преимущественно на юге европейской части территории РФ. Структура защитного лесоразведения в разрезе Южного федерального округа представлена на рисунке 1.

Защитные лесные насаждения (ЗЛН) включают в себя в том числе и группу агролесомелиоративных насаждений, которые представлены линейными насаждениями различной функциональности (полезащитные – ветрорегулирующие, стокорегулирующие, лесные полосы на орошаемых землях и др.) [22].

Полезащитные лесные полосы (далее – ПЗЛП) трансформируют агроландшафт в агролесоландшафт, параллельно формируя особый микроклимат прилегающей территории. О роли влияния ПЗЛП на микроклиматические показатели агроландшафтов отмечается во многих работах [1; 3; 5–7; 9–15; 21; 23]. В агролесомелиоративной науке зоной влияния ПЗЛП на скорость ветра принимается значение 25–30Н (Н–высота лесной полосы), для повышенного снегоотложения характерна зона 10–20Н [22]. Также стоит отметить, что зона влияния защитных лесных полос обуславливается их конструкцией [2; 4; 11], состоянием атмосферы, характером подстилающей поверхности, рельефом [22].

Помимо проведения полевых исследований крайне важным является и математико-статистическая обработка полученных данных [16–18]. Наиболее применяемыми методами математической статистики является корреляционный и регрессионный анализы полученных экспериментальных исследований.

Корреляция характеризует взаимосвязи между двумя и более переменными, выраженные одним числом, отражает согласование изменения переменных. Регрессионный анализ представлен набором статистических методов по оценке отношений между переменными. Настоящая работа является продолжением проведенных ранее полевых исследований [15; 23] и посвящена статистической обработке экспериментально полученных данных.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2020–2021 гг. с целью определения роли влияния поlezащитной лесной полосы на микроклиматические показатели прилегающего агроландшафта в летний, осенний и зимний периоды. Объектом исследования являлась сорокалетняя поlezащитная лесная полоса ажурной конструкции смешанного породного состава из вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* J.) и смородины золотистой (*Ribes aureum* P.)

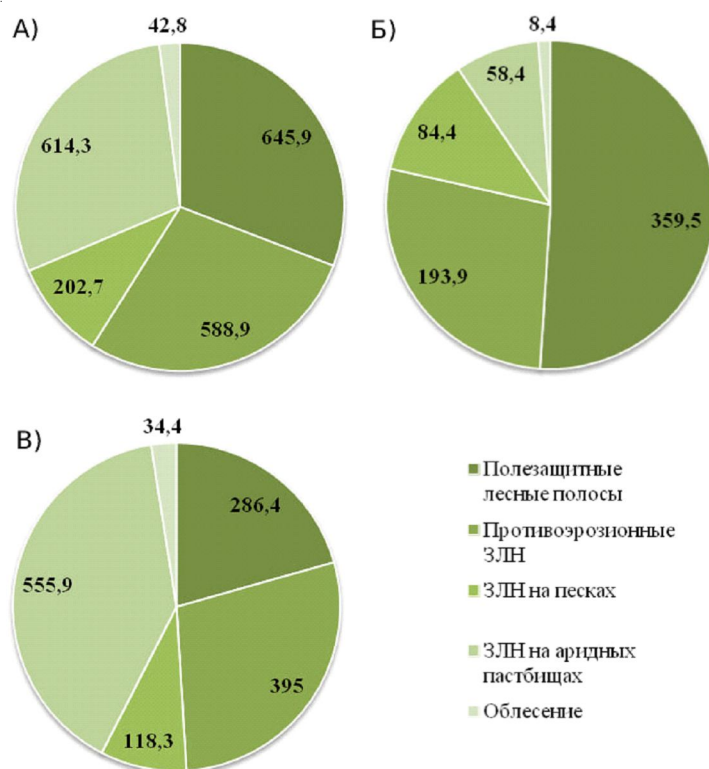


Рис. 1. Структура защитного лесоразведения в разрезе Южного федерального округа, тыс. га:  
 А – требуется; Б – имеется; В – необходимо создать

Примечание. Составлено авторами по: [20].



по краям полосы в ОПХ «Качалинское» (рис. 2). Объект располагается в сухостепной зоне каштановых почв. Агрофон – пар чистый (стерня зерновых).

Измерения проводились три раза в сутки (утро, обед, вечер) по пяти климатическим параметрам: скорость ветрового потока, температура воздуха и почвы, влажность почвы и относительная влажность воздуха. Для скорости ветра, температуры и влажности воздуха показания фиксировались на двух высотах от земной поверхности (0,5 м и 1,5 м), температура почвы измерялась на поверхности. Показания фиксировались в лесной полосе и на расстоянии 3Н, 5Н, 8Н, 10Н, 15Н, 20Н, 25Н, 30Н для скорости ветра, относительной влажности воздуха, температуры воздуха и почвы. Влажность почвы определялась в лесной полосе и на расстоянии 1Н, 5Н, 10Н, 20Н, 30Н через каждые 10 см до глубины 50 см.

В основу текущей работы взяты данные за летний и осенний периоды в годы проведения исследования; в завершении следующего этапа работы выполнен корреляционно-регрессионный анализ зависимостей между расстоянием от лесной полосы и микроклиматическими показателями. Статистическая обработка производилась с использованием набора инструментов «Анализ данных» в программном обеспечении MS Excel.

### Результаты и обсуждения

Анализ корреляционных связей выявил значительную положительную зависимость (по шкале Чеддока) (табл. 1) между расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра. Так, для летнего сезона она составила  $r = 0,95$  (лето 13:00; 0,5 м),  $r = 0,96$  (лето 16:00; 0,5 м), в осенний период  $r = 0,94$  (осень 16:00; 0,5 м). Значительная корреляционная связь выявлена между



Рис. 2. Схема опытного хозяйства «Качалинское» Волгоградской области

Таблица 1

### Взаимосвязь микроклиматических параметров и расстояние от лесной полосы ( $r$ )

Сезон	$S$ от ЛП / $V$ ветра	$S$ от ЛП / $\phi$ воздуха	$S$ от ЛП / $t_{\text{почвы}}$	$S$ от ЛП / $t_{\text{воздуха}}$	$S$ от ЛП / $\phi$ почвы
Лето 10:00 (0,5 м/1,5 м)	0,90/0,86	0,50/-0,03	0,35	0,50/0,61	0,65
Лето 13:00 (0,5 м/1,5 м)	0,95/0,96	-0,33/-0,57	0,65	0,89/0,80	
Лето 16:00 (0,5 м/1,5 м)	0,92/0,88	0,86/0,83	0,26	0,83/0,57	
Осень 10:00 (0,5 м/1,5 м)	0,79/0,54	0,41/-0,71	0,70	0,76/0,84	0,75
Осень 13:00 (0,5 м/1,5 м)	0,49/0,24	0,02/-0,75	0,54	-0,07/0,40	
Осень 16:00 (0,5 м/1,5 м)	0,94/0,74	-0,09/-0,01	-0,40	-0,07/-0,03	

расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра  $r = 0,86$  (лето 10:00; 0,5 м),  $r = 0,88$  (лето 16:00; 1,5 м),  $r = 0,79$  (осень 10:00; 0,5 м),  $r = 0,74$  (осень 16:00; 1,5 м). Также сильная корреляционная связь наблюдается между такими показателями, как расстояние от лесной полосы и влажность воздуха  $r = 0,86$  (лето 16:00; 0,5 м),  $r = 0,83$  (лето 16:00; 1,5 м), температурой воздуха  $r = 0,89$  (лето 13:00; 0,5 м),  $r = 0,80$  (лето 13:00; 1,5 м),  $r = 0,84$  (осень 10:00; 1,5). Средняя корреляционная связь выявлена между расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра  $r = 0,54$  (осень 10:00; 1,5 м), между расстоянием от лесной полосы и температурой почвы  $r = 0,65$  (лето 13:00),  $r = 0,70$  (осень 10:00),  $r = 0,54$  (осень 13:00), между расстоянием от лесной полосы и температурой воздуха  $r = 0,50$  (лето 10:00; 0,5 м),  $r = 0,61$  (лето 10:00; 1,5 м).

Для определения связи между расстоянием от лесной полосы и влажностью почвы было взято среднее значение влажности в слое 0–50 см. Анализ корреляционной связи выявил среднюю корреляционную зависимость между расстоянием от лесной полосы и влажностью почвы ( $r = 0,65$ ) в летний период наблюдений, высокую ( $r = 0,75$ ) в осенний период наблюдений.

Для ряда наблюдений отмечается очень слабая корреляционная зависимость; также были отмечены и обратные зависимости. Такая ситуация, на наш взгляд, может быть обусловлена погрешностью измерений.

Для очень сильных корреляционных зависимостей также проведен регрессионный анализ. Регрессионный анализ сводится к выбору одномерной математической модели (регрессионного уравнения), адекватно и корректно описывающей отношение расчетных значений к фактическим. Регрессионный анализ был проведен для следующих взаимосвязей  $S$  от ЛП /  $V$  ветра: 1)  $r = 0,90$  лето 10:00 (0,5 м); 2)  $r = 0,95$  лето 13:00 (0,5 м); 3)  $r = 0,96$  лето 13:00 (1,5 м); 4)  $r = 0,92$  лето 16:00 (0,5 м); 5)  $r = 0,94$  осень 16:00 (0,5 м). Диаграммы (рис. 3) построены в декартовой системе координат, где за ось  $OX$  принимается расстояние от лесной полосы (м), за ось  $OY$  скорость ветра (м/с).

В первом случае линейное уравнение регрессии имеет вид  $y = 0,0126x + 4,2403$ . Коэффициент регрессии  $b = 0,0126$  показывает среднее изменение резульативного показателя (м/с) с повышением или понижением величины фактора  $x$  (м). В этом случае с увеличением на 1 единицу  $y$  повышается в среднем на 0,0126.

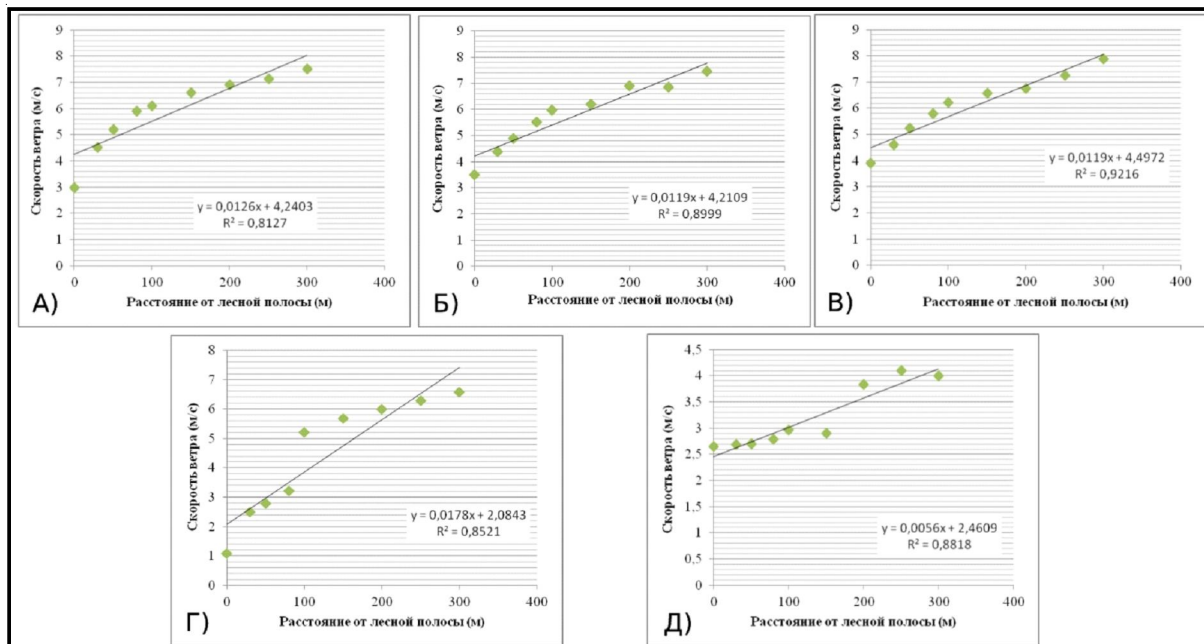


Рис. 3. Регрессионные связи скорости ветрового потока с расстоянием от лесной полосы:

А –  $r = 0,90$  лето 10:00 (0,5 м); Б –  $r = 0,95$  лето 13:00 (0,5 м); В –  $r = 0,96$  лето 13:00 (1,5 м);

Г –  $r = 0,92$  лето 16:00 (0,5 м); Д –  $r = 0,94$  осень 16:00 (0,5 м)

Коэффициент  $a = 4,2403$  формально показывает прогнозируемый уровень  $y$ , но только в том случае, если  $x = 0$  находится близко с выборочными значениями. Но если  $x = 0$  находится далеко от выборочных значений  $x$ , то буквальная интерпретация может привести к неверным результатам, и даже если линия регрессии довольно точно описывает значения наблюдаемой выборки, нет гарантий, что также будет при экстраполяции влево или вправо.

Связь между  $y$  и  $x$  определяет знак коэффициента регрессии  $b$ , если  $b > 0$  прямая связь,  $b < 0$  обратная. В данном случае коэффициент регрессии составляет  $0,0126$  – связь прямая. Также был рассчитан квадрат множественного коэффициента корреляции (коэффициент детерминации)  $R^2$ , отражающий долю вариации результативного признака, объясненную вариацией факторного признака. В данном случае  $R^2 = 0,8127$  означает, что в  $81,27\%$  изменения  $x$  приводят к изменению  $y$ . Точность подбора уравнения высокая, остальные  $18,73\%$  изменения  $y$  объясняются факторами, не учтенными в модели (а также ошибками спецификации).

Значимость регрессионной модели определяется при помощи  $F$ -критерия Фишера, расчетное значение которого находится как отношение дисперсии исходного ряда наблюдений изучаемого показателя и несмещенной оценки дисперсии остаточной последовательности для данной модели. Полученное значение критерия  $F$  сравнивается с табличным значением  $F_{табл}$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Если соблюдается условие  $F > F_{табл}$ , то делается вывод об адекватности описания уравнением рассматриваемой взаимосвязи. Табличное значение критерия со степенями

свободы  $k_1 = 1$  и  $k_2 = 7$ ,  $F_{табл} = 5,59$ . Расчетное значение  $F = 30,37$ ; поскольку фактическое значение  $F > F_{табл}$ , то коэффициент детерминации статистически значим (найденная оценка уравнения регрессии статистически надежна).

Для проверки качества уравнения регрессии используется ошибка абсолютной аппроксимации ( $\bar{A}$ ). Ошибка аппроксимации в пределах  $5-7\%$  свидетельствует о хорошем подбore уравнения регрессии к исходным данным. Для данного варианта в среднем расчетные значения отклоняются от фактических на  $10,31\%$ . Так как значения ошибки аппроксимации более, чем  $7\%$ , то данное уравнение не желательно использовать в качестве регрессии. Аналогичный расчет для других очень сильных корреляционных связей представлен в таблице 2.

Анализ полученных данных показал, что все пять значений  $F$ -критерия Фишера больше табличных  $F_{табл}$ . Это позволяет делать вывод, что полученные регрессионные уравнения достоверны и адекватны. Из пяти полученных регрессионных моделей три модели имеют ошибку аппроксимации ( $B$ ) в пределах  $5-7\%$ , что свидетельствует о хорошем подбore уравнений.

### Заключение

Согласно ранее полученным эмпирическим путем данным установлено, что наибольшее влияние лесная полоса оказывает на скорость ветрового потока. Корреляционно-регрессионный анализ также выявил наибольшую взаимосвязь между  $S$  от ЛПП /  $V_{ветра}$ . Так, среднее значение составило  $r = 0,77$ . Полученные регрессионные модели и коэффициенты детерминации указывают на близость математической модели к эмпирическим наблюдениям.

Таблица 2

Оценки значимости и качества регрессионных уравнений

№ п/п	Корреляционная взаимосвязь	Линейное уравнение	Вид связи	$R^2$	$F_{табл}$	$F$	$\bar{A}, \%$
1	$r = 0,90$ лето 10:00 (0,5 м)	$y = 0,0126x + 4,2403$	Прямая	0,8127	5,59	30,37	10,31
2	$r = 0,95$ лето 13:00 (0,5 м)	$y = 0,0119x + 4,2109$	Прямая	0,8999		62,94	6,57
3	$r = 0,95$ лето 13:00 (1,5 м)	$y = 0,0119x + 4,4972$	Прямая	0,9216		82,29	5,47
4	$r = 0,92$ лето 16:00 (0,5 м)	$y = 0,0178x + 2,0843$	Прямая	0,8521		40,31	19,37
5	$r = 0,94$ осень 16:00 (0,5 м)	$y = 0,00556x + 2,4609$	Прямая	0,8818		52,22	5,1

Наименьшее значение  $R^2=0,8127$ , наибольшее  $R^2=0,9216$ . С учетом того, что под достоверностью данных в статистике понимается степень приближения соответствия данных тому, что есть, можно сделать вывод о достоверности данных по скорости ветрового потока. Полученный результат подтверждает, что одна из ключевых функций защитных лесных насаждений – ветрозащитная. Средняя и сильная корреляционная взаимосвязь микроклиматических показателей и расстояния от лесной полосы отмечается также у части измерений для влажности и температуры почвы.

### ПРИМЕЧАНИЕ

<sup>1</sup> Работа выполнена по теме НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100312-0 «Теория и принципы формирования адаптивных агролесомелиоративных комплексов сухостепной зоны юга РФ в контексте климатических изменений».

The work was carried out on the topics of research of the FSC of Agroecology RAS No. 122020100312-0 «Theory and principles of adaptive agroforestry and reclamation complexes in the dry steppe zone of the south of Russia in the context of climate change».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос / А. Н. Сарычев, Д. Е. Михальков, А. В. Вдовенко, О. М. Воробьева // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 1 (204). – С. 11–20. – DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-11-20>
2. Балакай, Н. И. Функциональное назначение защитных лесных насаждений, их размещение и конструкции / Н. И. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 2 (62). – С. 63–69.
3. Васильев, Ю. И. Математическое моделирование многолетнего варьирования урожайности озимой пшеницы на открытом и облесенном пространстве / Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко, Н. Н. Овечко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 1. – С. 38–41.
4. Верин, А. Ю. Экологическое состояние почвы в системе «почва – лесные насаждения» / А. Ю. Верин, И. Ф. Медведев // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 226–231. – DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-2-226-231>

5. Влияние лесной полосы на формирование экологических факторов агроландшафта / А. Ю. Верин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 12. – С. 12–15.

6. Волошенкова, Т. В. Динамика ветрового режима в лесомелиорированных агроландшафтах / Т. В. Волошенкова // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию окончания Сталинградской битвы, Волгоград, 31 янв. – 2 февр. 2018 г. – Волгоград : Изд-во ВолГАУ, 2018. – С. 336–342.

7. Иванцова, Е. А. Агроэкологическое значение защитных лесных насаждений в Нижнем Поволжье / Е. А. Иванцова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2014. – № 4 (10). – С. 40–47. – DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2014.4.5>

8. 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.

9. Иванцова, Е. А. Снижение негативного воздействия на агроценозы путем управления примыкающими природно-антропогенными системами / Е. А. Иванцова, Н. В. Онистратенко, А. В. Холоденко, А. А. Тихонова, В. В. Новочадов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2017. – Т. 19, № 4 (41). – С. 138–146. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>

10. 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 : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 27–30.

11. Иващенко, Н. Н. Влияние лесных полос различных конструкций на ветровой поток и снегораспределение / Н. Н. Иващенко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 16–19.

12. Кошелев, А. В. Влияние лесных полос на физико-химические показатели в зоне каштановых почв Волгоградской области / А. В. Кошелев // Научно-агрономический журнал. – 2017. – № 2 (101). – С. 36–38.

13. Мелиоративная роль лесной полосы в формировании урожайности озимой пшеницы в засушливой зоне Ставропольского края / Л. В. Трубочева [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 2 (30). – С. 179–182. – DOI: <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2018-7-30-179-182>

14. Новочадов, В. В. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-

трансформированных территорий Юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юферев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 151–158.

15. Поташкина, Ю. Н. Влияние полевых защитных лесных полос ажурной конструкции на характер снегораспределения / Ю. Н. Поташкина, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 31–36. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.4.3>

16. Салугин, А. Н. Аналитическое моделирование деградации аридных пастбищ / А. Н. Салугин, М. В. Власенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 3 (63). – С. 366–376. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-03-38>

17. Салугин, А. Н. О логистической аппроксимации динамики роста дерева / А. Н. Салугин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 4 (56). – С. 262–271. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-31>

18. Салугин, А. Н. Стохастическое моделирование влияния защитных лесных насаждений. Распределение Коши / А. Н. Салугин, А. В. Кулик, А. И. Узолин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 7–10. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500262721030029>

19. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года / К. Н. Кулик [и др.]. – Волгоград: Федер. науч. центр агроэкологии, комплек. мелиораций и защит. лесоразведения РАН, 2017. – 39 с.

20. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года / К. Н. Кулик [и др.]. – Перераб., доп. – Волгоград: Федер. науч. центр агроэкологии, комплек. мелиораций и защитного лесоразведения РАН, 2018. – 36 с.

21. Танюкевич, В. В. Надземная фитомасса лесных полос, их влияние на ветровой режим и влагонакопление агроландшафтов / В. В. Танюкевич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 986–1003.

22. Энциклопедия агролесомелиорации / Л. И. Абакумова [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 675 с.

23. Potashkina, Yu. N. Impact of Field-Protective Forest Belts on the Microclimate of Agroforest Landscape in the Zone of Chestnut Soils of the Volgograd Region / Yu. N. Potashkina, A. V. Koshelev // Forests. – 2022. – Vol. 13, № 11. – P. 1892. – DOI: <https://doi.org/10.3390/f13111892>

## REFERENCES

1. Sarychev A.N., Mihalkov D.E., Vdovenko A.V., Vorobyeva O.M. Agroekologicheskie usloviya vzdelyvaniya ozimoy pshenicy pod zashchitoy lesnyh polos [Agro-Ecological Conditions of Winter Wheat Cultivation Under the Protection of Forest Strips]. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2021, no. 1 (204), pp. 11-20. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-11-20>

2. Balakaj N.I. Funkcionalnoe naznachenie zashchitnyh lesnyh nasazhdenij, ih razmeshchenie i konstrukcii [Functional Purpose of Protective Forest Plantations, Their Placement and Design]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, 2016, no. 2 (62), pp. 63-69.

3. Vasilyev Yu.I., Turko S.Yu., Ovechko N.N. Matematicheskoe modelirovanie mnogoletnego varyirovaniya urozhajnosti ozimoy pshenicy na otkrytom i oblesennom prostranstve [Mathematical Modeling of Multi-Year Variation in Winter Wheat Yields in Open and Forested Areas]. *Rossiyskaya selskohozyajstvennaya nauka*, 2016, no. 1, pp. 38-41.

4. Verin A.Yu., Medvedev I.F. Ekologicheskoe sostoyanie pochvy v sisteme “pochva – lesnye nasazhdeniya” [Ecological Condition of Soil in the System “Soil – Forest Plantations]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Himiya. Biologiya. Ekologiya*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 226-231.

5. Verin A.Yu., Medvedev I.F., Gubarev D.I. Vliyaniye lesnoj polosy na formirovaniye ekologicheskikh faktorov agrolandshafta [Influence of Forest Belt on the Formation of Ecological Factors of Agrolandscape]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*, 2018, no. 12, pp. 12-15.

6. Voloshenkova T.V. Dinamika vetrovogo rezhima v lesomeliorirovannykh agrolandshaftah [Dynamics of Wind Regime in Forest-Meliorated Agrolandscapes]. *Mirovye nauchno-tehnologicheskie tendentsii socialno-ekonomicheskogo razvitiya APK i selskih territorij: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 75-letiyu okonchaniya Stalingsradskoj bitvy* [World Scientific and Technological Trends in Social and Economic Development of AIC and Rural Territories. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference Dedicated to the 75<sup>th</sup> Anniversary of the End of the Battle of Stalingrad]. Volgograd, Izd-vo VolGAU, 2018, pp. 336-342.

7. Ivantsova E.A. Agroekologicheskoe znachenie zashchitnyh lesnyh nasazhdenij v Nizhnem Povolzhye [Agroecological Significance of Protective Forest Plantations in the Lower Volga Region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki* [Science Journal of

Volgograd State University. Natural Sciences], 2014, no. 4 (10), pp. 40-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu1.2014.4.5>

8. Ivantsova E.A. Vliyanie lesnyh polos na chislennost i raspredelenie entomofauny [Influence of Forest Strips on the Number and Distribution of Entomofauna]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee i professionalnoe obrazovanie*, 2006, no. 4 (4), pp. 46-50.

9. Ivantsova E.A., Onistratenko N.V., Holodenko A.V., Tihonova A.A., Novochadov V.V. Snizhenie negativnogo vozdeystviya na agrocenozy putem upravleniya primykayushchimi prirodno-antropogennymi sistemami [Reduction of the Negative Impact on Agrocenoses by Managing Adjacent Natural and Anthropogenic Systems]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2017, vol. 19, no. 4 (41), pp. 138-146. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>

10. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Polovinkina Yu.S. Ustoichivoe razvitie agroekosistem [Sustainable Development of the Agroecosystem]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy vseross. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: History and Modernity. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference], Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014, pp. 27-30.

11. Ivashchenko N.N. Vliyanie lesnyh polos razlichnykh konstruktsiy na vetrovoj potok i snegoraspredelenie [Effect of Forest Belts of Different Designs on Wind Flow and Snow Distribution]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 3 (41), pp. 16-19.

12. Koshelev A.V. Vliyanie lesnyh polos na fiziko-himicheskie pokazateli v zone kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti [Effect of Forest Strips on Physico-Chemical Parameters in the Zone of Chestnut Soils of Volgograd Region]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*, 2017, no. 2 (101), pp. 36-38.

13. Trubacheva L.V., Muhina O.V., Chuhlebova N.S. Meliorativnaya rol lesnoj polosy v formirovani urozhajnosti ozimoy pshenicy v zasushlivoj zone Stavropolskogo kraja [A Meliorative Role of Forest Belt in Winter Wheat Yield Formation in Arid Zone of Stavropol Krai]. *Vestnik APK Stavropolya*, 2018, no. 2 (30), pp. 179-182. DOI: <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2018-7-30-179-182>

14. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Distanzionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostojaniya antropogennotransformirovannykh territorij uga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenically

Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee i professionalnoe obrazovanie*, 2019, no. 1 (53), pp. 151-158.

15. Potashkina Yu.N., Ivantsova E.A. Vliyanie polezashchitnyh lesnyh polos azhurnoj konstruktsii na karakter snegoraspredeleniya [Influence of Field-Protective Forest Belts of Openwork Construction on the Character of Snow Distribution]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 31-36. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.4.3>

16. Salugin A.N., Vlasenko M.V. Analiticheskoe modelirovaniye degradatsii aridnykh pastbishch [Analytical Modeling of Arid Pasture Degradation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 2021, no. 3 (63), pp. 366-376. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-31>

17. Salugin A.N. O logisticheskoy approksimatsii dinamiki rosta dereva [About Logistic Approximation of Dynamics of Tree Growth]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 2019, no. 4 (56), pp. 262-271. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-31>

18. Salugin A.N., Kulik A.V., Uzoln A.I. Stokhasticheskoe modelirovaniye vliyaniya zashchitnyh lesnyh nasazhdenij. Raspredelenie Koshi [Stochastic Modeling of the Influence of Protective Forest Belts. The Cauchy Distribution]. *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*, 2021, no. 3, pp. 7-10. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500262721030029>

19. Kulik K.N. et al., eds. «Strategiya razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya v Volgogradskoy oblasti na period do 2025 goda» [Strategy for the Development of Protective Afforestation in the Volgograd Region for the Period up to 2025]. Volgograd, Feder. nauch. centr agroekologii, kompleks. melioratsij i zashchit. lesorazvedeniya RAN, 2017. 39 p.

20. Kulik K.N. et al., eds. *Strategiya razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya v Rossijskoj Federatsii na period do 2025 goda* [Strategy for the Development of Protective Afforestation in the Volgograd Region for the Period up to 2025]. Volgograd, Feder. nauch. centr agroekologii, kompleks. melioratsij i zashchit. lesorazvedeniya RAN, 2018. 36 p.

21. Tanyukevich V.V. Nadzemnaya fitomassa lesnyh polos, ih vliyanie na vetrovoj rezhim i vlagonakoplenie agrolandschaftov [Above-Ground Phytomass of Forest Strips, Their Influence on Wind Conditions and Moisture Accumulation in Agrolandscapes]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo*

*gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 91, pp. 986-1003.

22. Abakumova L.I. et al. *Enciklopediya agrolesomelioracii* [Encyclopedia of Agroforestry]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2004. 675 p.

23. Potashkina Yu.N., Koshelev A.V. Impact of Field-Protective Forest Belts on the Microclimate of Agroforest Landscape in the Zone of Chestnut Soils of the Volgograd Region. *Forests*, 2022, vol. 13, no. 11, p. 1892. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13111892>

### **Information About the Authors**

**Yustina N. Potashkina**, Junior Researcher, Laboratory of Agricultural Technologies and Farming Systems in the Agroforest Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation; Postgraduate Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, [potashkina-y@vfanc.ru](mailto:potashkina-y@vfanc.ru)

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

### **Информация об авторах**

**Юстина Николаевна Поташкина**, младший научный сотрудник лаборатории агротехнологий и систем земледелия в агролесоландшафтах, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; аспирант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [potashkina-y@vfanc.ru](mailto:potashkina-y@vfanc.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](mailto:ivantsova@volsu.ru)





DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.2>

UDC 632:911.375.4

LBC 44.6

## FAUNA OF DENDROPHILOUS PHYLLOPHAGES IN GREEN SPACES OF URBAN ECOSYSTEMS

**Minh Chi Nguyen**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation  
Mien Trung University of Civil Engineering, Tuy Hoa, Vietnam

**Elena A. Ivantsova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Thi Sa Nguyen**

Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam

**Abstract.** The article presents a literary review of the fauna of dendrophilous insect phyllophages in the green spaces of urban ecosystems. A significant number of works by both domestic and foreign researchers have been devoted to the study of the entomofauna of green urban areas; however, the data on Volgograd are fragmentary and are devoted to individual groups of insects or individual ecosystems, which indicates the relevance of studying the complex of dendrophilous phyllophages in landscaping plantings in the conditions of our region. The degree of study of the problem is considered, the results of previously published research papers are generalized and systematized, and further prospects for studying the features of the formation of the fauna of green spaces, changes in its composition, and structural characteristics of trophic groups and individual species are determined, which is of significant scientific and practical interest and can be used to ensure a rational approach to the preservation and maintenance of the state of green urban areas.

**Key words:** entomofauna, phyllophage insects, dendrobionts, green spaces, urban ecosystems.

**Citation.** Nguen M.Ch., Ivantsova E.A., Nguyen T.S. Fauna of Dendrophilous Phyllophages in Green Spaces of Urban Ecosystems. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 15-28. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.2>

УДК 632:911.375.4

ББК 44.6

## ФАУНА ДЕНДРОФИЛЬНЫХ ФИЛЛОФАГОВ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ УРБООКОСИСТЕМ

**Мин Тъи Нгуен**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация  
Строительный университет Мьентрунга, г. Туйхоа, Вьетнам

**Елена Анатольевна Иванцова**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Тхи Ша Нгуен**

Ханойский индустриальный университет, г. Ханой, Вьетнам.

**Аннотация.** В статье представлен литературный обзор по фауне дендрофильных насекомых-филлофагов в зеленых насаждениях урбоекосистем. Изучению энтомофауны озелененных городских территорий



посвящено значительное количество работ как отечественных, так и зарубежных исследователей, однако данные по г. Волгограду фрагментарны и посвящены отдельным группам насекомых или отдельным экосистемам, что свидетельствует об актуальности изучения комплекса дендрофильных филофагов в озеленительных насаждениях в условиях нашего региона. Рассмотрена степень изученности проблемы, обобщены и систематизированы результаты ранее опубликованных исследовательских работ, определены дальнейшие перспективы изучения особенностей формирования фауны зеленых насаждений, изменений ее состава, структурных характеристик трофических групп и отдельных видов, что представляет значительный научный и практический интерес и может быть использовано с целью обеспечения рационального подхода к сохранению и поддержанию состояния озелененных городских территорий.

**Ключевые слова:** энтомофауна, насекомые-филофаги, дендробионты, зеленые насаждения, урбо-экосистемы.

**Цитирование.** Нгуен М. Т., Иванцова Е. А., Нгуен Т. Ш. Фауна дендрофильных филофагов в зеленых насаждениях урбоэкосистем // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 15–28. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.2>

Широко распространенной и разнообразной группой животных городских биоценозов являются насекомые. Изучению энтомофауны озелененных городских территорий посвящено значительное количество работ. Наиболее полно описана фауна и структура дендрофильных насекомых озеленительных территорий Москвы и Санкт-Петербурга [9; 10; 14; 15; 30; 43; 55; 57].

Видовой состав населения городских посадок, особенности структурной организации сообществ и отдельных видов насекомых охарактеризованы в работах Л.Н. Щербаковой [57], О.В. Тарасовой [47], О.Б. Чехониной [54] и др.

Оценка связи составляющих биотических компонентов в условиях городской среды представляет значительный научный и практический интерес. Оценка влияния промышленных выбросов на озеленительные насаждения и характер формирования вредной энтомофауны представлена в работах А.П. Баранника [5], Н.И. Еремеева [22] и др. Детальный анализ с выделением отдельных групп фауны и описанием аспектов влияния промышленного загрязнения на состояние насаждений и сообществ насекомых проведен В.И. Пономаревым, Г. И. Клобуковым [39], А.В. Селиховкиным [42; 43] и др. Роль рекреационных нагрузок в развитии дендробионтных насекомых исследовали Н.А. Цуварева [53], М.Н. Белицкая, И.Р. Грибуст [6] и др.

В сети городского ландшафтного озеленения различают несколько категорий насаждений [31]. Экологические особенности каждой из посадок, определяют специфику локальных групп насекомых. Среди российских исследо-

вателей этим вопросом занимались Ю.И. Алпацкая [2], М.Н. Белицкая, И.Р. Грибуст [6], Т.В. Галасьева, Г.С. Лебедева, В.М. Сураппаева [15], Ю.С. Ельникова [21], В.А. Симоненкова, В.Н. Симоненкова, В.С. Симоненков [46], Н.В. Ширяева [56]. Ими выявлены и описаны состав сообществ, особенности распределения вредителей, количественного обилия насекомых в посадках с разными экологическими условиями.

Состав насекомых-дендробионтов парковых и примыкающих к городу зеленых насаждениях изучались в Москве [9; 10], Санкт-Петербурге [30; 42; 43] Кемерово [5], Волгограде [7; 8] промышленных районах Урала [4; 28; 39]. Исследованиям городской энтомофауны в озеленительных насаждениях посвящены работы Е.В. Аксененко, И.И. Корнева, А.В. Будаева, А.М. Кондратьева [1], В.А. Симоненкова с соавторами [46], О.В. Антюховой [3], А.В. Рыжей, Е.И. Гляковской [41], В.М. Каплич, А.Д. Власенко [26], S.V. Vuga с коллегами [60], К.К. Темиркула и Б.А. Токторалиева [48], О.А. Федоровой совместно с О.Л. Конусовой [51], Е.В. Юркиной, Е.М. Ефремовой [58], N. Just [62] и др.

В ряде городов исследовалась энтомофауна зеленых насаждений уличных посадок и скверов. Так, В.А. Симоненковой, В.Н. Симоненковой, В.С. Симоненковым [46], А.В. Мясниковой, Ю.С. Подоляцкой [33], О.А. Федоровой, О.Л. Конусовой [51], Л.Н. Щербаковой [57] и др. был проанализирован состав энтомофауны в насаждениях, оценены особенности распространения насекомых в городских экосистемах, отмечено снижение видового разнообра-

разия насекомых и уменьшение числа представителей различных семейств.

Изменение климата, антропогенное воздействие на древесные растения, произрастающие в разных условиях и ландшафтных системах, как известно, вызывает трансформацию населения насекомых и их хозяйственного значения [32; 40]. Разнообразие привнесенных в ландшафт и местных, характерных для региона древесных видов растений создают большие возможности для массового размножения многих фитофагов [6; 8; 50]. Особенности обустроенных городских территорий обуславливают неблагоприятные изменения окружающей среды вследствие загрязнения. Скопление промышленных выбросов, выхлопов автотранспорта провоцирует образование смога, который покрывает урбоэкосистемы и прилегающие к ним территории [16; 17; 23–25; 34–36; 49]. Древесные растения поглощают большое количество загрязняющих веществ и, таким образом, улучшают качество окружающей среды. Постоянно развивающаяся транспортная система приводит к изменению почвенного покрова, оказывает негативное воздействие на прилегающие насаждения.

Антропогенное воздействие (агрохимикаты, техногенное загрязнение, рекреация и др.) вызывают ослабление древесных растений, снижение роли энтомофагов, изменение состава вредителей-филлофагов и появление инвазивных видов насекомых [2; 3; 8; 13; 42; 48]. Комплекс неблагоприятных факторов нередко является причиной массового размножения насекомых-вредителей. При этом меняется видовое разнообразие, численное обилие и структурная организация локальных сообществ [21; 48; 51; 53; 58; 60; 63; 64].

Среди угнетающих жизнедеятельность биотических сообществ факторов окружающей среды выделяют также шумовые эффекты и световые режимы. Воздействие этих раздражителей проявляется в изменении естественных фотопериодических циклов и биоритмов живых организмов, потере ориентации в пространстве у насекомых и пр. Характерным элементом городской среды являются городские почвы – урбаноземы [19]. Они отличаются пониженной буферностью, низким содержанием гумуса и микроэлементов, особенностями водного и воздушного режимов и пр.

Некоторые авторы в своих исследовательских работах указывали на необходимость изучения ответных реакций насекомых на загрязнение окружающей среды. Изменения, которые происходят или могут произойти в структуре и динамике плотности популяции групп фауны или отдельных видов, позволяет использовать изменения в этих сообществах для оценки качества окружающей среды [11; 22; 41; 65].

Для районов, расположенных в экстремальных природных условиях, характерны нестабильность температуры и влажности окружающей среды. Воздух может резко перегреваться весной и летом, воздушные массы резко меняют направление с большой скоростью. В этих условиях естественные леса характеризуются низким видовым разнообразием. Проблема бедного таксономического состава деревьев и кустарников в городских условиях решается за счет использования акклиматизированных древесных видов [6–8; 12; 21; 39; 47; 48].

В дополнение к внешним ослабляющим зеленые насаждения факторам среды добавляются и повреждения насекомыми-вредителями. Развитая и хорошо облиственная крона деревьев является одним из важных условий стабильного функционирования, как отдельных деревьев в насаждениях. Насекомые-филлофаги способствуют ослаблению роста, нарушению физиологических процессов растений, что приводит к снижению декоративности и санитарно-гигиенического значения насаждений [18; 23; 31; 42; 43]. Как известно, частичное или полное уничтожение листвы в кронах снижает функциональную и защитную способность древесных насаждений [28; 31; 43].

В озеленительных посадках обитают большое количество видов насекомых-дендрофагов, их численность значительно колеблется в зависимости от местообитаний; при этом в большинстве насаждений преобладают 1–2 вида растительноядных членистоногих, связанных с узким кругом растений-хозяев на протяжении всего жизненного цикла.

Многоядные насекомые повреждают широкий спектр древесных растений, используемых в озеленении. Важное значение среди дендрофагов имеют филлофаги – насекомые и растительноядные клещи, повреждающие

листву деревьев и кустарников главных пород в озеленительных насаждениях. Постоянно изменяющиеся индивидуальные характеристики древесных видов в изменяющихся условиях урбоценозов, обуславливают адаптации растительноядных насекомых [27].

Комплексы дендрофильных членистоногих многочисленны и разнообразны. Число достоверно выявленных видов на территории РФ достигает 1035 [1; 2; 6; 14; 29; 42]. Исследованиями в разных регионах выявлено от 107 до 1098 видов растительноядных вредителей в различных городских насаждениях [30; 56]. Среди выявленных дендрофагов только 3,8 % видов могут давать вспышки массового размножения или имеют постоянную высокую плотность в городских насаждениях. Обычными в зеленых насаждениях являются 30,6 % видов, 24,9 % – редкими, а 40,7 % видов встречаются единично [9; 10].

Основной компонентой любого общества, как живой системы, являются структурные и функциональные особенности трофических групп насекомых. Пищевые предпочтения растительноядных организмов определяют их способность осваивать растения и являются базовым фактором формирования сообщества. В городских посадках зеленых насаждений встречаются вредители всех экологических групп: хвое- и листогрызущие, сосущие, минирующие листву, галлообразующие, плодовые вредители, стеблевые и корневые вредители. Наиболее разнообразными и многочисленными являются вредители, производящие грубое объедание или скелетирование листвы и хвои. Более приспособлены к жизни в условиях урбанизированной среды полускрытоживущие виды (13,3 % от общего числа) [11].

Комплексы филлофагов характеризуются также преобладанием открыто живущих сосущих и эндобионтных [6; 59; 60; 64]. При этом в насаждениях разного санитарного состояния доминируют открыто- и полускрытоживущие сосущие вредители и ксилофаги [11; 37].

Большая по численности группа открыто и полускрыто живущих сосущих насекомых состоит из представителей семейств ложнощитовки, щитовки и червецы. Чешуекрылые в массовом количестве встречается только в отдельных посадках [15; 30]. Они относятся чаще к широким полифагам и питаются на растениях различных насаждениях – пло-

вые, древесные культуры, декоративные и ягодные кустарники.

Урбанизация сопровождается кардинальным изменением первоначальных местных экосистемы. Они разрушаются под влиянием человека и в дальнейшем становятся частью вновь созданных ландшафтных комплексов. Городские фауны формируются из существующих аборигенных видов и видов-мигрантов. В результате возникает новый специфический энтомокомплекс, состав и динамика которого отличаются от природных сообществ. В урбанизированных фитоценозах состав и распределение насекомых определяются наличием и качеством корма, благоприятностью местообитаний.

Энтомофауна формируется из видов-эврибионтов, биологические характеристики которых уже содержат свойства, позволяющие им жить в антропогенно преобразованных условиях. Даже синантропные виды обычно первоначально представляли собой луговые или лесные травяные формы, которые расселились в других районах вместе с человеком. В настоящее время это обширный и узкоспециализированный комплекс насекомых.

Увеличение градиента урбанизации влечет за собой уменьшение численности и видового разнообразия, изменение доминирующей структуры, видового обилия и численности широко распространенных многоядных видов. Влияние человека проявилось в повышении представленности сосущих видов. Накопление числа сосущих видов вредителей можно считать общими характеристиками загрязненных экосистем [23]

Внедрение в городскую среду различных деревьев и кустарников обеспечивает изменение комплексов насекомых. В насаждениях активно развиваются сосущие и галлообразующие насекомые. На деревьях, расположенных близ фонарей, отмечается повышенная концентрация бабочек, в отдельных случаях фиксируются повышение численности гусениц и сильное повреждение листьев [37; 44; 45]. Для многих сообществ свойственно уменьшение разнообразия насекомых от окрестностей к центру. Многими исследователями отмечается, что доля филлофагов с колюще-сосущим ротовым аппаратом увеличивается к центру города, в отличие от насеко-

мых с грызущим типом ротового аппарата [15; 29; 30]. Напротив, количество тлей, растительнойядных клопов и всех насекомых, питающихся соком растений, снижается от центра порода к окраинам. У тлей прослеживается не только увеличение числа особей, но и видового разнообразия, которое с учетом сходства растительности изучаемых участков не может быть объяснено расширением спектра кормовых растений.

Роль дендрофильных членистоногих тесно связана с возрастом растений – молодые деревья повреждаются ими реже, чем старые [6; 52]. В насаждениях различных категорий обитают филлофаги, связанные на всем протяжении жизненного цикла с узким кругом растений-хозяев и приспособленные преимущественно к расселению ветром или с посадочным материалом (червецы, щитовки, галлообразователи, растительнойядные клещи и другие), активно распространяющиеся по насаждениям (волнянки, листовертки и др.).

Изменение микроклимата в больших городах приводит к изменению фенологии растений и насекомых, ускоряя процессы примерно на неделю по сравнению с пригородами [52; 59]. В результате изменяется видовое разнообразие насекомых. В уличных и придорожных насаждениях с увеличением расстояния до проезжей части отмечается увеличение количества и видового разнообразия растительнойядных клещей [29; 37; 38].

Волгоград – крупнейший промышленный город с высоким уровнем техногенного пресса. Через город проходят две напряженные автомагистрали. Вдоль них сформировалась зона устойчивого загрязнения шириной 100 м. Для улучшения условий городской среды важным элементом выступает создание разветвленной сети городского озеленения территории путем создания скверов, парков, аллей и т. д. Они выполняют важные функции: санитарные, гигиенические, эстетические и пр. В посадках широко используются интродуцированные виды деревьев и кустарников. Такие насаждения способствуют увеличению экологической емкости территорий, но, при этом они нуждаются в регулярной поддержке со стороны человека. Быстрый рост и декоративность таких растений, а также отсутствие необходимости в особом уходе обуслов-

ливают широкое их использование в зеленом строительстве.

Наличие видов-экзотов, видов-интродуцентов и аборигенных видов растений в насаждениях приводят к формированию специфических фаунистических сообществ [6; 20]. Как правило, привнесенные виды вредителей они не представляют серьезной угрозы растениям-хозяевам. Но снижение устойчивости насаждений под влиянием негативных факторов и резкое возрастание численности ряда видов, в т.ч. инвазивных, могут наносить существенный вред посадкам.

Ухудшение экологической обстановки города способствует повсеместной деградации древесной растительности и ее усыханию. На сегодняшний день более 70 % деревьев и кустарников сильно ослабленные и усохшие. Наиболее подвержены ослаблению и гибели в городе вязы, тополя и сосны. В отдельных местах городской агломерации доля сухих и безжизненных растений превышает 50 %, этот процесс прогрессирует [16; 17; 23; 34–36; 49; 61; 66]. На сегодняшний день городские зеленые насаждения остро нуждаются в соответствующем уходе и сохранении. В разных районах города фитосанитарное состояние древесной растительности различно. Определяющим фактором этого является, в том числе и уровень загрязнения окружающей среды [34–36; 49]. В условиях Волгограда оценка зависимости разнообразия насекомых и интенсивности техногенных загрязнений проводилась различными исследователями, но данные фрагментарны и посвящены отдельным группам насекомых или отдельным урбанизированным экосистемам [6; 12; 21; 50].

В числе усугубляющих состояние деревьев и кустарников факторов являются вредители листвы. Последние несколько десятилетий опасным вредителем для вязов является ильмовый листоед *Xantogaleruca luteola* (Müll., 1766) (Coleoptera: Crysomelidae). Этот вредитель за сезон может родиться в 2–3 поколениях. В кроне дерева его численность достигает более 2,0 тысяч штук. Имаго и личинки объедают листву, уничтожая до 90 % площади листьев, и надолго лишая дерево лиственного покрытия. В работе Г.А. Серого [44] представлены данные о массовых размножениях ильмового листоеда более чем за

полувековой период начиная с 1956 г. в Волгоградской области и прилегающих территориях (Астраханская область, Республика Калмыкия). Аналогичный эффект на сосне может наблюдаться в результате повреждения хвои личинками соснового пилильщика.

Среди листогрызущих филлофагов в пригородных посадках и насаждениях Волгограда периодически наблюдаются вспышки массового размножения опасных полифагов из семейства чешуекрылых. Это пяденицы: бурополосая *Lycia hirtaria* (Clerck, 1760) и зимняя *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758) (сем. Geometridae), кольчатый шелкопряд *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758) и златогузка *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus, 1758) (сем. Lymantriidae), ильмовый ногохвост *Dicranura ulmi* (Denis & Schiffermüller, 1775) и лунка серебристая *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758) (сем. Notodontidae).

Ассимиляционный аппарата сосны в очагах массового размножения сильно повреждают рыжий сосновый пилильщик *Neodiprion sertifer* (Geoffroy, 1785) (сем. Diprionidae) и красноголовый пилильщик ткач *Acantholydæ rhythrocephala* (Linnaeus, 1758) (сем. Pamphiliidae).

В последние годы в насаждениях г. Волгограда наблюдается повышение видового и численного обилия галлообразующих членистоногих. Сложившаяся ситуация дает основание прогнозировать подъем численности и, соответственно вредоносности данной группы членистоногих. Не менее активно заселяются кроны деревьев и минирующими листву филлофагами. Их численность возрастает, особенно в насаждениях с присутствием большой доли вязов.

Знание особенностей формирования энтомофауны урбозкосистем, изменение состава, структурных характеристик трофических групп и отдельных видов представляет значительный теоретический и практический интерес, позволяет обеспечить рациональный подход к сохранению и поддержанию состояния зеленых насаждений городских территорий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксененко, Е. В. Зоогеографический анализ комплекса инвазионных насекомых фауны Воронежской области / Е. В. Аксененко, И. И. Корнев,

А. В. Будаева, А. М. Кондратьева // Синтез науки и образования в решении экологических проблем современности : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : [б. и.], 2022. – С. 58–65.

2. Алпацкая, Ю. И. Санитарное состояние насаждений и динамика очагов вредителей в Шолоховском лесничестве Ростовской области / Ю. И. Алпацкая // Лесохозяйственная информация. – 2016. – № 1. – С. 35–41.

3. Антюхова, О. В. Формирование энтомоаэрокомплекса декоративных древесных культур в Приднестровье / О. В. Антюхова // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2022. – № 82. – С. 168–180.

4. Бабушкина, Л. Г. Закономерности формирования видового состава насекомых в разных зонах промышленного загрязнения фторсодержащими поллютантами / Л. Г. Бабушкина, В. И. Пономарев, Г. И. Клобуков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – № 5. – С. 18–24.

5. Баранник, А. П. Насекомые зеленых насаждений промышленных городов Кемеровской области / А. П. Баранник. – Кемерово : КГУ, 1981. – 67 с.

6. Белицкая, М. Н. Дендрофаги лесомелиоративных комплексов с участием древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст // Социально-экологические технологии. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 343–361.

7. 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 (4). – С. 50–55.

8. Белицкая, М. Н. Галлообразующие вредители древесных растений насаждений аридной зоны / М. Н. Белицкая, З. А. Федотова, Е. Э. Нефедьева // Парадигма. – 2016. – № 2. – С. 207–212.

9. Белов, Д. А. Роль дендрофильных членистоногих в городских экосистемах / Д. А. Белов // Лесной вестник. – 2013. – № 6. – С. 31–37.

10. Белов, Д. А. Состояние насаждений на бульварном кольце г. Москвы / Д. А. Белов, Н. К. Белова // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 152–161.

11. Богачева, И. А. Массовые и многочисленные насекомые-филлофаги деревьев и кустарников Екатеринбурга / И. А. Богачева, Г. А. Замшина, Н. В. Николаева // Фауна Урала и Сибири. – 2018. – № 1. – С. 46–73.

12. Богодухов, П. М. Биоразнообразие энтомофауны в санитарно-защитной зоне Волгоградского алюминиевого завода / П. М. Богодухов // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. – 2013. – № 4 (14), т. 1. – С. 3–10.

13. Бойко, Т. А. Болезни и вредители хвойных насаждений на территории Пермского городского

лесничества / Т. А. Бойко, С. Ю. Бердинских, Т. Р. Корж // Экология урбанизированных территорий. – 2022. – № 4. – С. 13–17.

14. Буй, Д. Д. Листоядные чешуекрылые насекомые (Lepidoptera) в Санкт-Петербурге: новые угрозы для насаждений / Д. Д. Буй, Л. Н. Щербакова, М. Ю. Мандельштам, Д. Л. Мусолин, А. В. Селиховкин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы V Всерос. науч.-техн. конф.-вебинара. – СПб. : [б. и.], 2020. – С. 47–49.

15. Галасьева, Т. В. Комплексные очаги листогрызущих насекомых лесопарка «Измайлово» г. Москвы / Т. В. Галасьева, Г. С. Лебедева, В. М. Сураппаева // Научные труды Московского государственного университета леса. Использование и воспроизводство лесных ресурсов. – 1998. – Вып. 289. – С. 191–193.

16. Глинушкин, А. П. Влияние урбанизации на фитосанитарное состояние ильмовых насаждений Волгоградской агломерации / А. П. Глинушкин, И. Ю. Подковыров // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : [б. и.], 2018. – С. 249–253.

17. Глинушкин, А. П. Фитосанитарное состояние видов и гибридов *Ulmus L.* в урболандшафтах Нижнего Поволжья / А. П. Глинушкин, И. Ю. Подковыров // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : [б. и.], 2017. – С. 256–262.

18. Гляковская, Е. И. Количественная оценка вредоносности инвазивных фитофагов разных трофоэкологических групп, повреждающих декоративные древесные растения в условиях Гродненского Понеманья / Е. И. Гляковская // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2018. – № 3. – С. 38–47.

19. Гордиенко, О. А. Картографирование и оценка степени запечатанности почв города Волгограда / О. А. Гордиенко, И. В. Манаенков, А. В. Холоденко, Е. А. Иванцова // Почвоведение. – 2019. – № 11. – С. 1383–1393.

20. Грибуст, И. Р. Оптимизация регуляторной роли энтомофагов в дендрологических насаждениях / И. Р. Грибуст, А. В. Семенютина // Международные научные исследования. – 2017. – № 1 (30). – С. 20–24.

21. Ельникова, Ю. С. Особенности размещения насекомых в зеленых насаждениях Волгограда / Ю. С. Ельникова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – Вып. 196. – С. 139–145.

22. Еремеева, Н.И. Формирование мезофауны членистоногих в условиях урбанизации / Н. И. Еремеева // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 9 (122). – С. 186–191.

23. Иванцова, Е. А. Изменчивость численности насекомых-филлофагов в городских насаждениях различных экологических категорий / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен, Т. Ш. Нгуен // Вестник ИрГСХА. – 2023. – № 115. – С. 6–16.

24. 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.

25. Иванцова, Е. А. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова, М. В. Постнова, В. А. Сагалаев, А. А. Матвеева, А. В. Холоденко // 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>

26. Каплич, В. М. Эколого-фаунистическая оценка насекомых-вредителей городских зеленых насаждений северного и северо-центрального районов интродукции Беларуси / В. М. Киплич, А. Д. Власенко // Труды БГТУ. Серия 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 1 (240). – С. 79–87.

27. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер. – М. : Мир, 1990. – 248 с.

28. Куликова, Е. Г. Влияние антропогенных факторов на формирование комплексов вредителей в разных типах городских насаждений Москвы / Е. Г. Куликова // Влияние атмосферного загрязнения и других антропогенных и природных факторов на дестабилизацию состояния лесов Центральной и Восточной Европы. Т. 1 : тез. докл. – М. : [б. и.], 1996. – С. 152–155.

29. Леонтьева, И. А. Обзор фауны галлообразующих членистоногих городских зеленых насаждений г. Елабуги / И. А. Леонтьева, И. А. Яковлева // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 180–187.

30. Мамаев, Н. А. Вторая вспышка размножения тополевой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* в Санкт-Петербурге / Н. А. Мамаев, Динь Дык Буй, А. В. Селиховкин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – Вып. 233. – С. 81–94.

31. Мозолевская, Е. Г. Экологические категории городских насаждений / Е. Г. Мозолевская, Е. Г. Куликова // Экология, мониторинг и рациональное природопользование : науч. тр. – М. : МГУЛ, 2000. – Вып. 302 (1). – С. 5–12.

32. Мусолин, Д. Л. Изменение естественных ареалов насекомых в условиях современного потепления климата / Д. Л. Мусолин, А. Х. Саулич

// Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 196. – С. 249–254.

33. Мясникова, А. В. Дендрофильные насекомые парков г. Санкт-Петербурга / А. В. Мясникова, Ю. С. Подоляцкая // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2008. – № 182. – С. 228–237.

34. 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 : Изд-во ВолГУ, 2015. – С. 350–356.

35. 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.

36. 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.

37. Пестов, С. В. Состояние фотосинтетического аппарата древесных растений при повреждении галловыми клещами / С. В. Пестов, С. Ю. Огородникова // Поволжский экологический журнал. – 2019. – № 3. – С. 348–359.

38. Петров, Д. Л. Комплексная оценка уровней вредоносности инвазивных видов дендрофильных тератформирующих эриофиоидных клещей (Acari-formes: Eriophyidae) в зеленых насаждениях Беларуси / Д. Л. Петров // Зоологические чтения – 2019 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно : [б. и.], 2019. – С. 42–49.

39. Пономарев, В. И. Влияние урбанизированной среды на динамику плотности лесных насекомых-филлофагов / В. И. Пономарев, Г. И. Клобуков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2013. – № 205. – С. 42–53.

40. Рубцов, В. В. Реакция лесных насекомых-филлофагов на современное изменение климата / В. В. Рубцов, И. А. Уткина // Лесоведение. – 2019. – № 5. – С. 375–384.

41. Рыжая, А. В. Членистоногие-фитофаги, повреждающие зеленые насаждения г. Гродно (Беларусь) / А. В. Рыжая, Е. И. Гляковская // Социально-экологические технологии. – 2016. – № 3. – С. 38–46.

42. Селиховкин, А. В. Видовой состав и динамика плотности популяций доминирующих чешуекрылых-дендрофагов в Санкт-Петербурге и его окрестностях / А. В. Селиховкин, С. В. Барышникова, Н. В. Денисова, Ю. А. Тимофеева // Энтомологическое обозрение. – 2018. – Т. 97, № 4. – С. 617–639.

43. Селиховкин, А. В. Ответные реакции насекомых-дендрофагов на промышленное загрязнение воздуха / А. В. Селиховкин // Биосфера. – 2013. – № 1, т. 5. – С. 47–76.

44. Серый, Г. А. Массовые размножения ильмового листоеда в Волгоградской области / Г. А. Серый // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 187. – С. 304–310.

45. Серый, Г. А. Комплекс листоверток (Lepidoptera, Tortricidae) и их динамика очагов массового размножения в Волгоградской области / Г. А. Серый, Е. Ю. Бондаренко // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : [б. и.], 2017. – С. 199–207.

46. Симоненкова, В. А. Особенности видового состава вредителей и возбудителей болезней древесно-кустарниковых растений в условиях городской среды (на примере зеленых растений г. Оренбурга) / В. А. Симоненкова, В. Н. Симоненкова, В. С. Симоненков // Теория и практика современной аграрной науки : материалы V национальной (Всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск : [б. и.], 2022. – С. 461–464.

47. Тарасова, О. В. Насекомые-филлофаги зеленых насаждений городов: видовой состав и особенности динамики численности / О. В. Тарасова, А. В. Ковалев, В. Г. Суховольский, Р. Г. Хлебопрос. – Новосибирск : Наука, 2004. – 180 с.

48. Темиркул, К. К. Насекомые-вредители древесно-кустарниковых пород города Бишкек / К. К. Темиркул, Б. А. Токторалиев // Наука. Образование. Техника. – 2023. – № 1 (76). – С. 41–48.

49. Тихонова, А. А. Оценка жизненного состояния древесной растительности санитарно-защитной зоны АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады» в Волгограде / А. А. Тихонова, Е. А. Иванцова // Экология урбанизированных территорий. – 2020. – № 3. – С. 22–27.

50. Токарева, Т. Г. Повреждаемость древесных насаждений в урбанизированной среде (на примере г. Волгограда) / Т. Г. Токарева // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – № 11. – С. 29–32.

51. Федорова, О. А. Повреждение кроны деревьев насекомыми-филлофагами на объектах озеленения г. Томска / О. А. Федорова, О. Л. Коносова // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 4 (79). – С. 118–121.

52. Филимонова, О. С. Эндобионтные филлофаги древесных растений рода *Ulmus* / О. С. Филимонова // Экология России: на пути к инновациям : межвуз. сб. науч. тр. – Астрахань : [б. и.], 2021. – С. 146–150.

53. Цуварева, Н. А. Мониторинг состояния насаждений Санкт-Петербурга: современные и традиционные подходы / Н. А. Цуварева, Динь Дык Буй, И. А. Мельничук, А. В. Селиховкин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – Вып. 235. – С. 6–21.
54. Чехонина, О. Б. Видовой состав комплексов эндобионтных филлофагов липы и его сезонные изменения в зеленых насаждениях г. Москвы / О. Б. Чехонина // Оборонный комплекс научно-техническому прогрессу России. – 2002. – № 2. – С. 72–80.
55. Шевченко, С. В. Листоядные членистоногие на вязах (*Ulmus*) в Санкт-Петербурге / С. В. Шевченко, Л. Н. Щербакова // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. – СПб.: [б. и.], 2020. – С. 359–360.
56. Ширяева, Н. В. Третья волна экспансии инвазивных фитофагов на территорию Сочинского национального парка / Н. В. Ширяева // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». – 2018. – № 9. – С. 165–167.
57. Щербакова, Л. Н. Экологические группы дендрофагов в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга / Л. Н. Щербакова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009. – № 187. – С. 334–341.
58. Юркина, Е. В. Разнообразие и характеристика экологических ниш беспозвоночных животных в условиях крупных городов северных территорий России (на примере г. Сыктывкара) / Е. В. Юркина, Е. М. Ефремова // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2013. – № 6. – С. 53–62.
59. Belitskaya, M. N. The Phyllophagous of Woody Plants of Genus *Ulmus* in Protective Plantings of Arid Zone / M. N. Belitskaya, I. R. Gribust, E. E. Nefedeva, O. S. Filimonova, M. A. Golovanova // EST 2017 IOP Publish. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 115. – P. 12–15.
60. Buga, S. V. Aphids of the Family Eriosomatidae (Insecta: Homoptera) in Belarus / S. V. Buga, D. G. Zhorov, N. V. Leshchinskaya, A. V. Stekolshchikov // Zoosystematica Rossica. – 2016. – Vol. 25 (2). – P. 226–232.
61. Ivantsova, E. A. 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. Current Problems and Solutions. – 2019. – P. 12–36.
62. Just, N. Ecological Features of *Pinus sylvestris* L. and Species of the Genus *Populus* L. in the Landscaping of Blagoveshchensk (Amur Region) / N. Just, N. Timchenko, A. Kozlova, A. Pakusina, O. Shcherbakova // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6. – P. 31.
63. Kanturski, M. New Records of an Alien Aphid Species *Tinocallis* (*Sappocallis*) *Takachihoensis* From Countries in Central and Northern Europe (Hemiptera, Aphididae, Calaphidinae) / M. Kanturski, Y. Lee, Ł. Depa // ZooKeys. – 2018. – Vol. 730. – P. 1–16.
64. Kostro-Ambroziak, A. The First Record of the Black Locust Gall Midge *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (Diptera: Cecidomyiidae) from Northeastern Poland / A. Kostro-Ambroziak, A. Mieczkowska // Wiadomości entomologiczne. – 2017. – Vol. 36 (2). – P. 126–127.
65. Kostyakova, T. Dendrochronological Indication of Phyllophages Outbreaks by Larch Radial Growth in the Forest-Steppe Zone of the Republic of Tyva / T. Kostyakova, L. Belokopytova, D. Zhirnova, E. Babushkina, E. Vaganov // Contemporary Problems of Ecology. – 2021. – Vol. 14. – P. 37–48.
66. Onistratenko, N. V. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction / N. V. Onistratenko, E. A. Ivantsova, A. A. Denysov, D. A. Solodovnikov // Ekologia Bratislava. – 2016. – Vol. 35, № 3. – P. 205–212.

## REFERENCES

1. Aksyonenko E.V., Kornev I.I., Budaeva A.V., Kondratyeva A.M. Zoogeograficheskij analiz kompleksa invazionnyh nasekomyh fauny Voronezhskoj oblasti [Zoogeographic Analysis of the Complex of Invasive Insects of the Fauna of the Voronezh Region]. *Sintez nauki i obrazovaniya v reshenii ekologicheskikh problem sovremennosti: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Synthesis of Science and Education in Solving Ecologic Problems of Modernity. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Voronezh, s.n., 2022, pp. 58-65.
2. Alpackaya Yu.I. Sanitarnoe sostoyanie nasazhdenij i dinamika ochagov vreditelej v Sholohovskom lesnichestve Rostovskoj oblasti [Sanitary Condition of Plantings and Dynamics of Pest Foci in the Sholokhov Forestry of the Rostov Region]. *Lesohozyajstvennaya informaciya* [Forestry Information], 2016, no. 1, pp. 35-41.
3. Antyuhova O.V. Formirovanie entomoakarokompleksa dekorativnyh drevesnyh kultur v Pridnestrovye [Formation of the Entomocarocomplex of Ornamental Tree Crops in Transnistria]. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [Subtropical and Ornamental Gardening], 2022, no. 82, pp. 168-180.
4. Babushkina L.G., Ponomarev V.I., Klobukov G.I. Zakonomernosti formirovaniya vidovogo sostava nasekomyh v raznyh zonah promyshlennogo zagrязneniya ftorsoderzhashchimi pollyutantami



[Patterns of Formation of Insect Species Composition in Various Zones of Industrial Pollution with Fluorine-Containing Pollutants]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Lesnoj zhurnal* [Bulletin of Higher Educational Institutions. Russian Forestry Journal], 2010, no. 5, pp. 18-24.

5. Barannik A.P. *Nasekomye zelenykh nasazhdenij promyshlennykh gorodov Kemerovskoj oblasti* [Insects of Green Spaces of Industrial Cities of the Kemerovo Region]. Kemerovo, KGU, 1981. 67 p.

6. Belickaya M.N., Gribust I.R. Dendrofagi lesomeliorativnykh kompleksov s uchastiem drevesnykh introducentov v usloviyah zasushlivoj zony [Dendrophages of Forest-Reclamation Complexes with The Participation of Tree Introducers in Arid Zone Conditions]. *Socialno-ekologicheskie tekhnologii* [Socio-Ecological Technologies], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 343-361.

7. Belickaya M.N., Ivancova E.A. Fauna entomofagov v lesoagrarnykh landshaftah aridnoj zony [Fauna of Entomophages in the Forest-Agrarian Landscapes of the Arid Zone]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural Sciences], 2012, no. 2 (4), pp. 50-55.

8. Belickaya M.N., Fedotova Z.A., Nefedyeva E.E. Galloobrazuyushchie vrediteli drevesnykh rastenij – nasazhdenij aridnoj zony [Gallo-Forming Pests of Woody Plants of Arid Zone Plantations]. *Paradigma* [Paradigm], 2016, no. 2, pp. 207-212.

9. Belov D.A. Rol dendrofilnykh chlenistonogih v gorodskih ekosistemah [The Role of Dendrophilous Arthropods in Urban Ecosystems]. *Lesnoj vestnik* [Forest Bulletin], 2013, no. 6, pp. 31-37

10. Belov D.A., Belova N.K. Sostoyanie nasazhdenij na bulvarnom kolce g. Moskvy [The State of Plantings on the Boulevard Ring of Moscow]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa. Lesnoj vestnik* [Bulletin of the Moscow State University of Forests. Forest Bulletin], 2015, vol. 19, no. 1, pp. 152-161.

11. Bogacheva I.A., Zamshina G.A., Nikolaeva N.V. Massovye i mnogochislennye nasekomye-fillofagi derevyev i kustarnikov Ekaterinburga [Massive and Numerous Insects-Phyllophages of Trees and Shrubs of Yekaterinburg]. *Fauna Urala i Sibiri* [Fauna of the Urals and Siberia], 2018, no. 1, pp. 46-73.

12. Bogoduhov P.M. Bioraznoobrazie entomofauny v sanitarno-zashchitnoj zone Volgogradskogo alyuminiyevogo zavoda [Biodiversity of Entomofauna in the Sanitary Protection Zone of the Volgograd Aluminum Plant]. *Vestnik Volzhskogo universiteta imeni V.N. Tatishcheva* [Bulletin of the V.N. Tatishchev Volga State University], 2013, no. 4 (14), vol. 1, pp. 3-10.

13. Bojko T.A., Berdinskih S.Yu., Korzh T.R. Bolezni i vrediteli hvoynykh nasazhdenij na territorii Permskogo gorodskogo lesnichestva [Diseases and Pests of Coniferous Plantations On the Territory of the Perm Urban Forestry]. *Ekologiya urbanizirovannykh territorij* [Ecology of Urbanized Territories], 2022, no. 4, pp. 13-17.

14. Buj D.D., Shcherbakova L.N., Mandelstam M.Yu., Musolin D.L., Selihovkin A.V. Listoyadnye cheshuekrylye nasekomye (Lepidoptera) v Sankt-Peterburge: novye ugrozy dlya nasazhdenij [Deciduous Lepidoptera Insects (Lepidoptera) in Saint Petersburg: New Threats to Plantings]. *Les Rossii: politika, promyshlennost, nauka, obrazovanie: materialy Vseros. V nauch.-tekhnich. konf.-vebinara* [Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education. Proceedings of the 5<sup>th</sup> All-Russian Scientific and Technical Conference-Webinar]. Saint Petersburg, s.n., 2020, pp. 47-49.

15. Galasyeva T.V., Lebedeva G.S., Surappaeva V.M. Kompleksnye ochagi listogryzushchih nasekomykh lesoparka «Izmajlovo» g. Moskvy [Complex Foci of Leaf-Eating Insects of the Izmailovo Forest Park in Moscow]. *Nauchnye trudy Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa. Ispolzovanie i vosproizvodstvo lesnykh resursov* [Scientific Works of the Moscow State University of Forests. Use and Reproduction of Forest Resources], 1998, iss. 289, pp. 191-193.

16. Glinushkin A.P., Podkovyrov I.Yu. Vliyanie urbanizatsii na fitosanitarnoe sostoyanie ilmovykh nasazhdenij Volgogradskoj aglomeratsii [The Influence of Urbanization On the Phytosanitary Condition of the Elm Plantations of the Volgograd Agglomeration]. *Mirovye nauchno-tekhnologicheskie tendentsii socialno-ekonomicheskogo razvitiya APK i selskih territorij: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [World Scientific and Technological Trends in the Socio-Economic Development of Agriculture and Rural Areas. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, s.n., 2018, pp. 249-253.

17. Glinushkin A.P., Podkovyrov I.Yu. Fitosanitarnoe sostoyanie vidov i gibridov Ulmus L. v urbolandshaftah Nizhnego Povolzhya [Phytosanitary Status of Ulmus L. Species and Hybrids in Urban Landscapes of the Lower Volga Region]. *Ekologo-meliorativnye aspekty racionalnogo prirodopolzovaniya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Ecological and Reclamation Aspects of Rational Nature Management. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, s.n., 2017, pp. 256-262.

18. Glyakovskaya E.I. Kolichestvennaya ocenka vredonosnosti invazivnykh fitofagov raznykh trofoekologicheskikh grupp, povrezhdayushchih dekorativnye drevesnye rasteniya v usloviyah Grodnenskogo Poneman'ya [Quantitative Assessment of the Harmfulness of Invasive Phytophages of

Different Trophoecological Groups That Damage Ornamental Woody Plants in the Conditions of the Grodno Ponemany]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Journal of the Belarusian State University. Biology], 2018, no. 3, pp. 38-47.

19. Gordienko O.A., Manaenkov I.V., Holodenko A.V., Ivancova E.A. Kartografirovaniye i ocenka stepeni zapechatannosti pochv goroda Volgograda [Mapping and Assessment of the Degree of Sealing of the Soils of the City of Volgograd]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2019, no. 11, pp. 1383-1393.

20. Gribust I.R., Semenyutina A.V. Optimizatsiya regulyatornoj roli entomofagov v dendrologicheskikh nasazhdeniyah [Optimization of the Regulatory Role of Entomophages in Dendrological Plantings]. *Mezhdunarodnyye nauchnye issledovaniya* [International Scientific Research], 2017, no. 1 (30), pp. 20-24.

21. Elnikova Yu.S. Osobennosti razmeshcheniya nasekomyh v zelenykh nasazhdeniyah Volgograda [Features of Insect Placement in the Green Spaces of Volgograd]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2011, iss. 196, pp. 139-145.

22. Ereemeeva N.I. Formirovaniye mezofauny chlenistonogih v usloviyakh urbanizatsii [Formation of the Arthropod Mesofauna in the Conditions of Urbanization]. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFU. Technical Sciences], 2011, no. 9 (122), pp. 186-191.

23. Ivancova E.A., Nguen M.T., Nguen T.Sh. Izmenchivost chislennosti nasekomyh-fillofagov v gorodskikh nasazhdeniyah razlichnykh ekologicheskikh kategoriy [Variability of the Number of Phyllophagous Insects in Urban Plantings of Various Ecological Categories]. *Vestnik IrGSHA* [Bulletin of the IrGSHA], 2023, no. 115, pp. 6-16.

24. Ivancova E.A., Novochadov V.V. Karakter vzaimodeystviya komponentov antropogennotransformirovannykh ekosistem yuga Rossii [The Nature of the Interaction of Components of Anthropogenically Transformed Ecosystems of 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.

25. Ivancova E.A., Postnova M.V., Sagalae V.A., Matveeva A.A., Holodenko A.V. Ekologicheskaya ocenka gorodskikh aglomeratsiy na osnove indikatorov ustojchivogo razvitiya [Ecological Assessment of Urban Agglomerations Based on Indicators of Sustainable Development]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika.*

*Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

26. Kaplich V.M., Vlasenko A.D. Ekologo-faunisticheskaya ocenka nasekomyh-vreditelej gorodskikh zelenykh nasazhdeniy severnogo i severo-centralnogo rajonov introduktsii Belarusi [Ecological and Faunistic Assessment of Insect Pests of Urban Green Spaces of the Northern and North-Central Regions of the Introduction of Belarus]. *Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoe hozyajstvo, prirodnopolzovanie i pererabotka vozobnovlyаемых resursov* [Proceedings of BSTU. Series 1. Forestry, Environmental Management and Processing of Renewable Resources], 2021, no. 1 (240), pp. 79-87.

27. Klausnitser B. *Ekologiya gorodskoy fauny* [Ecology of Urban Fauna]. Moscow, Mir Publ., 1990. 248 p.

28. Kulikova E.G. Vliyanie antropogennykh faktorov na formirovaniye kompleksov vreditelej v raznykh tipakh gorodskikh nasazhdeniy Moskvy [The Influence of Anthropogenic Factors on the Formation of Pest Complexes in Different Types of Urban Plantings in Moscow]. *Vliyanie atmosfernogo zagryazneniya i drugih antropogennykh i prirodnykh faktorov na destabilizatsiyu sostoyaniya lesov Centralnoj i Vostochnoj Evropy. T. 1: tez. dokl.* [The Influence of Atmospheric Pollution and Other Anthropogenic and Natural Factors on the Destabilization of the Forests of Central And Eastern Europe. Vol. 1. Abstracts]. Moscow, s.n., 1996, vol. 1, pp. 152-155.

29. Leontyeva I.A., Yakovleva I.A. Obzor fauny galloobrazuyushchih chlenistonogih gorodskikh zelenykh nasazhdeniy g. Elabugi [Overview of the Fauna of the Gallo-Forming Arthropods of the Urban Green Spaces of Yelabuga]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya* [The Successes of Modern Science and Education], 2017, vol. 8, no. 4, pp. 180-187.

30. Mamaev N.A., Din Dyk Buy, Selihovkin A.V. Vtoraya vspyshka razmnozheniya topolyovoj nizhnestoronnej moli-pestryanki Phyllonorycter populifoliella v Sankt-Peterburge [The Second Outbreak of Reproduction of the Poplar Lower-Sided Moth-Moth Phyllonorycter Populifoliella in St. Petersburg]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2020, iss. 233, pp. 81-94.

31. Mozolevskaya E.G., Kulikova E.G. Ekologicheskiiye kategorii gorodskikh nasazhdeniy [Ecological Categories of Urban Plantings]. *Ekologiya, monitoring i racionalnoe prirodnopolzovanie: nauch. tr.* [Ecology, Monitoring and Rational Use of Natural Resources. Scientific Works]. Moscow, MGUL, 2000, iss. 302 (1), pp. 5-12.

32. Musolin D.L., Saulich A.H. *Izmenenie estestvennykh arealov nasekomykh v usloviyakh sovremennogo potepleniya klimata* [Changes in the Natural Habitats of Insects in the Conditions of Modern Climate Warming]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2014, iss. 196, pp. 249-254.

33. Myasnikova A.V., Podolyackaya Yu.S. *Dendrofilnye nasekomye parkov g. Sankt-Peterburga* [Dendrophilous Insects of the Parks of St. Petersburg]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2008, no. 182, pp. 228-237.

34. Ovsyankin R.V., Ivancova E.A. *Vozdejstvie antropogennoj nagruzki na nasazhdeniya v funkcionalnykh 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 okruzhayushchej 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, Izd-vo VolGU, 2015, pp. 350-356.

35. Ovsyankin R.V., Ivancova E.A. *Sostoyanie zelenykh nasazhdenij v promyshlennoj 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 Nizhnevolzhsky Agro-University Complex. Science and Higher Vocational Education], 2016, no. 2 (42), pp. 119-127.

36. Ovsyankin R.V., Ivancova E.A. *Sostoyanie drevesnykh nasazhdenij yuzhnoj promzony g. Volgograda* [The State of Tree Plantations in the Southern Industrial Zone of Volgograd]. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov* [Geopolitics and Ecogeodynamics of the Regions], 2014, vol. 10, no. 2, pp. 544-547.

37. Pestov S.V., Ogorodnikova S.Yu. *Sostoyanie fotosinteticheskogo apparata drevesnykh rastenij pri povrezhdenii gallovymi kleshchami* [The State of the Photosynthetic Apparatus of Woody Plants When Damaged by Gall Mites]. *Povolzhskij ekologicheskij zhurnal* [Volga Ecological Journal], 2019, no. 3, pp. 348-359.

38. Petrov D.L. *Kompleksnaya ocenka urovnej vredonosnosti invazivnykh vidov dendrofilnykh teratformiruyushchih eriofioidnykh kleshchej (Acariformes: Eriophyidae) v zelenykh nasazhdeniyah Belarusi* [Comprehensive Assessment of the Levels of Harmfulness of Invasive Species of Dendrophilous

Teratforming Eriophyoid Mites (Acariformes: Eriophyidae) in the Green Spaces of Belarus]. *Zoologicheskie chteniya – 2019: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Zoological Readings – 2019. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Grodno, s.n., 2019, pp. 42-49.

39. Ponomarev V.I., Klobukov G.I. *Vliyanie urbanizirovannoy sredy na dinamiku plotnosti lesnykh nasekomykh-fillofagov* [The Influence of Urbanized Environment on the Dynamics of the Density of Forest Insects-Phyllophages]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2013, no. 205, pp. 42-53.

40. Rubcov V.V., Utkina I.A. *Reakciya lesnykh nasekomykh-fillofagov na sovremennoe izmenenie klimata* [The Reaction of Forest Phyllophagous Insects to Modern Climate Change]. *Lesovedenie* [Forestry], 2019, no. 5, pp. 375-384.

41. Ryzhaya A.V., Glyakovskaya E.I. *Chlenistonogie-fitofagi, povrezhdayushchie zelenye nasazhdeniya g. Grodno (Belarus)* [Arthropods-Phytophages That Damage Green Spaces in Grodno (Belarus)]. *Socialno-ekologicheskie tekhnologii* [Socio-Ecological Technologies], 2016, no. 3, pp. 38-46.

42. Selihovkin A.V., Baryshnikova S.V., Denisova N.V., Timofeeva Yu.A. *Vidovoj sostav i dinamika plotnosti populyacij dominiruyushchih cheshuekrylykh-dendrofagov v Sankt-Peterburge i ego okrestnostyah* [Species Composition and Dynamics of Population Density of Dominant Lepidoptera-Dendrophages in Saint Petersburg and Its Environs]. *Entomologicheskoe obozrenie* [Entomological Review], 2018, vol. 97, no. 4, pp. 617-639.

43. Selihovkin A.V. *Otvetnye reakcii nasekomyh-dendrofagov na promyshlennoe zagryaznenie vozduha* [Responses of Dendrophage Insects to Industrial Air Pollution]. *Biosfera* [Biosphere], 2013, no. 1, vol. 5, pp. 47-76.

44. Seryj G.A. *Massovye razmnozheniya ilmovogo listoeda v Volgogradskoj oblasti* [Mass Reproduction of the Elm Leaf Beetle in the Volgograd Region]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2009, iss. 187, pp. 304-310.

45. Seryj G.A., Bondarenko E.Yu. *Kompleks listovertok (Lepidoptera, Tortricidae) i ih dinamika ochagov massovogo razmnozheniya v Volgogradskoj oblasti* [The Complex of Leafhoppers (Lepidoptera, Tortricidae) and Their Dynamics of Foci of Mass Reproduction in the Volgograd Region]. *Bioraznoobrazie i antropogennaya transformaciya prirodnykh ekosistem: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Biodiversity and Anthropogenic Transformation

of Natural Ecosystems. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, s.n., 2017, pp. 199-207.

46. Simonenkova V.A., Simonenkova V.N., Simonenkov V.S. Osobennosti vidovogo sostava vreditelej i vzbuditelej boleznej drevesno-kustarnikovyh rastenij v usloviyah gorodskoj sredy (na primere zelenyh rastenij g. Orenburga) [Features of the Species Composition of Pests and Pathogens of Woody and Shrubby Plants in an Urban Environment (On the Example of Green Plants of Orenburg)]. *Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki: materialy V nacionalnoj (Vseros.) nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Theory and Practice of Modern Agricultural Science. Proceedings of the 5<sup>th</sup> National (All-Russian) Scientific Conference With International Participation]. Novosibirsk, s.n., 2022, pp. 461-464.

47. Tarasova O.V., Kovalev A.V., Suhovolskij V.G., Hlebopros R.G. *Nasekomye-fillofagi zelenyh nasazhdenij gorodov: vidovoj sostav i osobennosti dinamiki chislennosti* [Insects-Phyllophages of Urban Green Spaces: Species Composition and Features of Population Dynamics]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2004. 180 p.

48. Temirkul K.K., Toktoraliev B.A. Nasekomye-vrediteli drevesno-kustarnikovyh porod goroda Bishkek [Insect Pests of Tree and Shrub Species of Bishkek City]. *Nauka. Obrazovanie. Tekhnika* [Science. Education. Technic], 2023, no. 1 (76), pp. 41-48.

49. Tihonova A.A., Ivancova 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 urbanizirovannyh territorij* [Ecology of Urbanized Territories], 2020, no. 3, pp. 22-27.

50. Tokareva T.G. Povrezhdaemost drevesnyh nasazhdenij v urbanizirovannoj srede (na primere g. Volgograda) [Damage of Tree Plantings in an Urbanized Environment (On the Example of Volgograd)]. *Sovremennaya nauka: aktualnye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences], 2018, no. 11, pp. 29-32

51. Fedorova O.A., Konusova O.L. Povrezhdenie krony derevyev nasekomymi-fillofagami na obyektah ozeleneniya g. Tomska [Damage to the Crown of Trees by Phyllophagous Insects at Landscaping Facilities in Tomsk]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2013, no. 4 (79), pp. 118-121.

52. Filimonova O.S. Endobiontnye fillofagi drevesnyh rastenij roda Ulmus [Endobiont Phyllophages of Woody Plants of the Genus Ulmus].

*Ekologiya Rossii: na puti k innovaciyam: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Ecology of Russia: On the Way to Innovation. Interuniversity Collection of Scientific Papers]. Astrakhan, s.n., 2021, pp. 146-150.

53. Cuvareva N.A., Buj Din Dyk, Melnichuk I.A., Selihovkin A.V. Monitoring sostoyaniya nasazhdenij Sankt-Peterburga: sovremennye i tradicionnye podhody [Monitoring of the State of Plantings in St. Petersburg: Modern and Traditional Approaches]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy], 2021, iss. 235, pp. 6-21.

54. Chekhonina O.B. Vidovoj sostav kompleksov endobiontnyh fillofagov lipy i ego sezonnye izmeneniya v zelenyh nasazhdeniyah g. Moskvy [Species Composition of Complexes of Endobiont Phyllophages of Linden and Its Seasonal Changes in the Green Spaces of Moscow]. *Oboronnyj kompleks nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii* [Defense Complex of Scientific and Technical Progress of Russia], 2002, no. 2, pp. 72-80.

55. Shevchenko S.V., Shcherbakova L.N. Listoyadnye chlenistonogie na vyazah (Ulmus) v Sankt-Peterburge [Deciduous Arthropods on Elms (Ulmus) in St. Petersburg]. *Dendrobiontnye bespozvonochnye zivotnye i griby i ih rol v lesnyh ekosistemah: materialy Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Dendrobiont Invertebrates and Fungi and Their Role in Forest Ecosystems. Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation]. Saint Petersburg, s.n., 2020, pp. 359-360.

56. Shiryaeva N.V. Tretya volna ekspansii invazivnyh fitofagov na territoriyu Sochinskogo nacionalnogo parka [The Third Wave of Expansion of Invasive Phytophages Into the Territory of the Sochi National Park]. *Nauchnye zapiski prirodnogo zapovednika «Mys Martyan»* [Scientific Notes of the Cape Martian Nature Reserve], 2018, no. 9, pp. 165-167.

57. Shcherbakova L.N. Ekologicheskie gruppy dendrofagov v zelenyh nasazhdeniyah Sankt-Peterburga [Ecological Groups of Dendrophages in the Green Spaces of St. Petersburg]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2009, no. 187, pp. 334-341.

58. Yurkina E.V., Efremova E.M. Raznoobrazie i harakteristika ekologicheskikh nish bespozvonochnyh zivotnyh v usloviyah krupnyh gorodov severnyh territorij Rossii (na primere g. Syktyvkara) [Diversity and Characteristics of Ecological Niches of Invertebrates in the Conditions of Large Cities of the Northern Territories of Russia (On the Example of Syktyvkar)]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa. Lesnoj vestnik* [Bulletin of the Moscow State University of Forests. Forest Bulletin], 2013, no. 6, pp. 53-62.

59. Belitskaya M.N., Gribust I.R., Nefedeva E.E., Filimonova O.S., Golovanova M.A. The Phyllophagous of Woody Plants of Genus *Ulmus* in Protective Plantings of Arid Zone. *EST 2017 IOP Publish. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 115, pp. 12-15.

60. Buga S.V., Zhorov D.G., Leshchinskaya N.V., Stekolshchikov A.V. Aphids of the Family Eriosomatidae (Insecta: Homoptera) in Belarus. *Zoosystematica Rossica*, 2016, vol. 25 (2), pp. 226-232.

61. 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. Current Problems and Solutions*, 2019, pp. 12-36.

62. Just N., Timchenko N., Kozlova A., Pakusina A., Shcherbakova O. Ecological Features of *Pinus sylvestris* L. and Species of the Genus *Populus* L. in the Landscaping of Blagoveshchensk (Amur Region). *AgroEcoInfo*, 2022, no. 6, p. 31.

63. Kanturski M., Lee Y., Depa Ł. New Records of an Alien Aphid Species *Tinocallis* (*Sappocallis*) *Takachihoensis* From Countries in Central and Northern Europe (Hemiptera, Aphididae, Calaphidinae). *ZooKeys*, 2018, vol. 730, pp. 1-16.

64. Kostro-Ambroziak A., Mieczkowska A. The First Record of the Black Locust Gall Midge *Obolodiplosis Robiniae* (Haldeman, 1847) (Diptera: Cecidomyiidae) from Northeastern Poland. *Wiadomości entomologiczne*, 2017, vol. 36 (2), pp. 126-127.

65. Kostyakova T., Belokopytova L., Zhirnova D., Babushkina E., Vaganov E. Dendrochronological Indication of Phyllophages Outbreaks by Larch Radial Growth in the Forest-Steppe Zone of the Republic of Tyva. *Contemporary Problems of Ecology*, 2021, vol. 14, pp. 37-48.

66. Onistratenko N.V., Ivantsova E.A., Denysov A.A., Solodovnikov D.A. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction. *Ekologia Bratislava*, 2016, vol. 35, no. 3, pp. 205-212.

### Information About the Authors

**Minh Chi Nguyen**, Postgraduate Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation; Postgraduate Student, Mientrung University of Civil Engineering, Nguyen Du, 24, Province Phu Yen, Tuy Hoa, Vietnam, saothang1086@gmail.com

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

**Thi Sa Nguyen**, Lecturer, Hanoi University of Industry, Cau Dien St, 298, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam, saothang1086@gmail.com

### Информация об авторах

**Мин Чи Нгуен**, аспирант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; аспирант, Строительный университет Мьентрунга, Нгуен Ду, 24, провинция Пхууен, г. Туй-хоа, Вьетнам, saothang1086@gmail.com

**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

**Тхи Ша Нгуен**, преподаватель, Ханойский индустриальный университет, ул. Кау Дин, 298, район Бара Ту Лиём, г. Ханой, Вьетнам, saothang1086@gmail.com



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.3>

UDC 631.111.3:528.77:528.72

LBC 40.3(5Ирк)

## GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE STATE AND THE POSSIBILITY OF AGROFORESTRY ARRANGEMENT IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE SOUTHERN PART OF THE INTERFLUVE OF THE TIGRIS AND EUPHRATES

**Mohammed Raheema Abdullah Al-Chaabawi**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** For the first time, for the conditions of southern Iraq, a modified method for geoinformation assessment of the state of agricultural landscapes in southeastern Iraq was developed, characterized by a combined analysis of the relief, forest plantations, field structure and soil contours. Based on the photogrammetric analysis of satellite images in the GIS environment, actual thematic cartographic layers of agricultural landscapes in the southern part were developed between the Tigris and Euphrates. The theoretical significance of the work is determined by obtaining new data on the state of agricultural land, on the features of the geomorphological characteristics of the territory, and determining the possibility of their agroforestry for protection from natural impacts during economic use, as well as by modifying the method of geoinformation assessment of the state of agricultural landscapes in southeastern Iraq. It has been established that there is practically no agroforestry development in the study area of the Maysan province, which has an area of 1607.2 thousand hectares. The results of the research can become the basis for the application of forest reclamation in order to protect agricultural land from degradation in southern Iraq. This will help restore the soil fertility of agricultural land, which will reduce losses from the impact of natural and anthropogenic negative factors.

**Key words:** geoinformation analysis, agricultural landscapes, agroforestry, Tigris, Euphrates, Iraq.

**Citation.** Al-Chaabawi M.R.A. Geoinformation Analysis of the State and the Possibility of Agroforestry Arrangement in Agricultural Landscapes of the Southern Part of the Interfluvium of the Tigris and Euphrates. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 29-40. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.3>

УДК 631.111.3:528.77:528.72

ББК 40.3(5Ирк)

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО ОБУСТРОЙСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ МЕЖДУРЕЧЬЯ ТИГРА И ЕВФРАТА

**Мохаммед Рахима Абдуллах Аль-Чаабави**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Впервые для условий юга Ирака была разработана модифицированная методика геоинформационной оценки состояния сельскохозяйственных ландшафтов юго-востока Ирака, отличающаяся совмещенным анализом рельефа, лесных насаждений, структуры полей и почвенных контуров. На основе фотограмметрического анализа космоснимков в среде ГИС разработаны актуальные тематические картографические слои сельскохозяйственных ландшафтов южной части междуречья Тигра и Евфрата. Теоретическая значимость работы определена получением новых данных о состоянии сельскохозяйственных угодий,

об особенностях геоморфологических характеристик территории и определении возможности их агролесомелиорации для защиты от природных воздействий при хозяйственном использовании, а также модификацией методики геоинформационной оценки состояния сельскохозяйственных ландшафтов юго-востока Ирака. Установлено, что агролесомелиоративное обустройство исследуемой территории провинции Майсан площадью 1607,2 тыс. га практически отсутствует. Результаты исследований могут стать основой для применения лесомелиорации в целях защиты сельскохозяйственных угодий от деградации на юге Ирака, будут содействовать восстановлению плодородия почв сельскохозяйственных земель, что обеспечит сокращение потерь от воздействия природных и антропогенных негативных факторов.

**Ключевые слова:** геоинформационный анализ, сельскохозяйственные ландшафты, агролесомелиорация, Тигр, Евфрат, Ирак.

**Цитирование.** Аль-Чаабави М. Р. А. Геоинформационный анализ состояния и возможность агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов южной части междуречья Тигра и Евфрата // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 29–40. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.3>

## Введение

Геоинформационные исследования с использованием данных дистанционного зондирования обеспечивают комплексную оценку земель сельскохозяйственного назначения [1; 4–6; 9]. Дистанционное зондирование дает возможность получать информацию о современном состоянии территории, которая содержится в спектральных диапазонах отраженного излучения от поверхности Земли. Использование этой информации для картографирования и оценки состояния земель дает возможность актуализации имеющихся карт. Разработка космокарт обеспечивает пространственную информацию о распределении деградации в сельскохозяйственных ландшафтах. Результаты картографирования дают возможность сократить время на планирование работ по реабилитации и агролесомелиоративному обустройству сельскохозяйственных ландшафтов.

Цель исследований – геоинформационный анализ, картографическая оценка состояния и возможность агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов южной части междуречья Тигра и Евфрата.

Объектом исследований были выбраны земли сельскохозяйственного назначения провинции Майсан, которые являются эталонами, характерными для пойменных сельскохозяйственных угодий юга Ирака, что обеспечивает возможность применения полученных результатов для анализа состояния сельскохозяйственных земель – аналогов.

## Материалы и методы

Исследования проводились в период 2020–2022 гг. на территории провинции Майсан площадью 1607,2 тыс. га. Сельскохозяйственные земли в здесь занимают около 640 тыс. га, из них пашня – 636,8 тыс. га. Дистанционная оценка состояния пашни базируется на зависимости тона изображения от содержания гумуса, оценка пастбищ – на проективном покрытии растительностью, для лесных насаждений оценивается сохранность по полноте полога древостоя. Анализ данных дает возможность оценить как состояние агроландшафтов, так и их динамику при периодической съемке.

Южная часть Месопотамской низменности представляет собой заболоченную аллювиальную низменность; высота рельефа здесь не превышает 100 м. Для области проведения исследований характерно жаркое и сухое лето (средняя температура воздуха +41°C), среднее многолетнее количество осадков с июня по сентябрь включительно составляет 0,3 мм, а с октября по май – 94,6 мм. Территория сложена аллювиальными отложениями и характеризуется в основном равнинным, плоским рельефом. Плодородные аллювиально-луговые и луговые почвы, по большей части засолены. Для пойм рек характерна тугайная лесная растительность с кустарниковым подлеском, включающая тополя, ивы, гребенщик. На юго-востоке страны большие заболоченные массивы заняты тростниково-камышовыми зарослями и солончаковой растительностью. Равнина расчленена руслами рек, сток

которых направлен в Евфрат или внутренние впадины и озера. Тигр и Евфрат в пределах Эль-Джазиры текут в узких долинах, наиболее глубоко врезаемых на севере и северо-западе. Перенос реками большого количества продуктов смыва способствует образованию наносов, которые засоляют поверхность, что существенно ограничивает сельскохозяйственное использование земель.

Оценка состояния сельскохозяйственных ландшафтов базируется на методологии геоинформационной оценки состояния агроландшафтов с использованием данных дистанционного зондирования Земли и анализа тематических карт. Использование космических снимков для оценки состояния сельскохозяйственных угодий дает возможность выявления их состояния на территории исследований, обеспечивая значительное снижение полевых исследований. Большой объем данных, полученных в результате исследований, обеспечивают экономическую эффективность и достоверность исследований. Спектральная съемка спутниковыми съемочными системами дает возможность получить актуальные данные на территорию исследований. Геоинформационный анализ состояния агроландшафтов осуществляется по синтезированному растру выбранных спектральных каналов с использованием данных цифровых моделей местности.

В работах Б.В. Виноградова, К.Н. Кулика, А.Д. Сорокина [3], К.Н. Кулика [7; 8], А.М. Чандра [10], В.Г. Юферева [11] представлены современные способы составления тематических карт, основные результаты исследования оптических свойств ландшафтов приведены в работах R. Pernar [12], A.S. Rulev [13] и др. В ГИС каждый объект соответствует некоторому пространству, по которому можно получить новую информацию. Состояние агроландшафтов, осложнено изменениями внешних условий, которые приводят к развитию деградации. Динамические критерии деградации определяются скоростью неблагоприятных изменений угодий. Цифровые модели агроландшафтов – это цифровое представление пространственных данных, включая математические модели, цифровые карты, и атрибуты. Основой создания моделей является выявление закономерностей изменения параметров сельскохозяйственных угодий по результатам

анализа космических съемок в течение установленного времени.

Геоинформационный анализ состояния сельскохозяйственных ландшафтов базируется на использовании возможностей и инструментов геоинформационных программ для компьютерной обработки пространственных данных. Проведение исследований основано на использовании растровой, векторной и атрибутивной информации о территории, включающей как результаты дистанционного зондирования, так и совокупность данных: топографические, почвенные, ландшафтные карты, векторные карты границ полей и др. [1; 4]. Использование спектральных каналов дает возможность классификации состояния растительности и почв по значениям растительных и почвенных индексов, таких как NDVI, SAVI, IPVI и др. Для проведения исследований особенностей рельефа территории Ирака используются данные глобальных цифровых моделей SRTM и AsterGDEM.

Для разработки карт используется комплекс геоинформационных программ: QGIS, ENVI, Surfer и др. Наиболее доступными являются космоснимки Sentinel 2, WorldView 3, Landsat-7, 8, 9 и др. Для анализа состояния малоразмерных объектов и защитных лесных полос используются космоснимки с разрешением от 0,3 до 10 м, для оценки состояния лесных массивов, пашни и пастбищ используются снимки с разрешением 10–30 м.

Картографирование контуров объектов проводится с использованием инструментов векторизации с построением полигонов по контрольным точкам. Для оценки состояния тестовых участков используются космокарты крупного масштаба – не менее 1:25 000. Космокарты угодий создаются с использованием ГИС по следующему алгоритму: с использованием обзорной карты выделяют контуром объект исследований; определяют координаты, площадь и плановые параметры контуров; разрабатывается новый слой – космокарта «объект исследований»; осуществляется трансформация космокарты до рабочего масштаба; выбирается картографическая проекция; вводится необходимая атрибутивная информация; создается макет карты.

Для построения цифровой модели рельефа (далее – ЦМР) выбирают источники данных,



содержащие данные о высотах. Такие данные могут быть получены из глобальной цифровой модели рельефа, таблиц высот с географическими координатами, данными GPS (ГЛОНАСС) наблюдений и данными геодезических работ. Методика геоинформационного картографирования рельефа включает: определение пространственного положения объекта; получение геоморфологических данных об объекте из ЦМР; выбор контура полигона; векторизация изолиний высот; определение характеристик контрольных точек; разработку таблиц данных пространственного положения точек высот; коррекцию таблиц пространственного положения точек высот по контрольным точкам; разработку рабочего проекта с картографическими слоями; создание слоя – цифровая модель рельефа тестового участка.

Анализ рельефа сельскохозяйственных ландшафтов осуществляется с использованием разработанных цифровых моделей и математической обработки таблиц цифровой модели рельефа. Пример карты рельефа по ЦМР для территории провинции Майсан приведен на рисунке 1.

Оценка состояния лесных насаждений проводится по сохранившейся площади, установленной по результатам анализа космоснимка и данных наземных исследований. При этом применяется методика, основанная на запатентованном способе (Пат. RU № 2330242), где состояние насаждений оценивается по сохранности лесных насаждений в сравнении с проектной площадью. Полевое эталонирование проводится по методике Б.В. Виноградова [2; 3]. Результаты получают в результате обработки статистических данных 10 контрольных точек с доверительной вероятностью 0,95 на каждом тестовом участке. Оценка состояния сельскохозяйственных земель основана на дешифрировании космоснимков высокого разрешения (1–10 м). Внутрихозяйственная структура полей устанавливается по данным сельскохозяйственного управления провинции Майсан. При этом определяется общее количество полей, защищенных и не защищенных лесными насаждениями. Определяется площадь, размеры, статистические характеристики размещения полей.

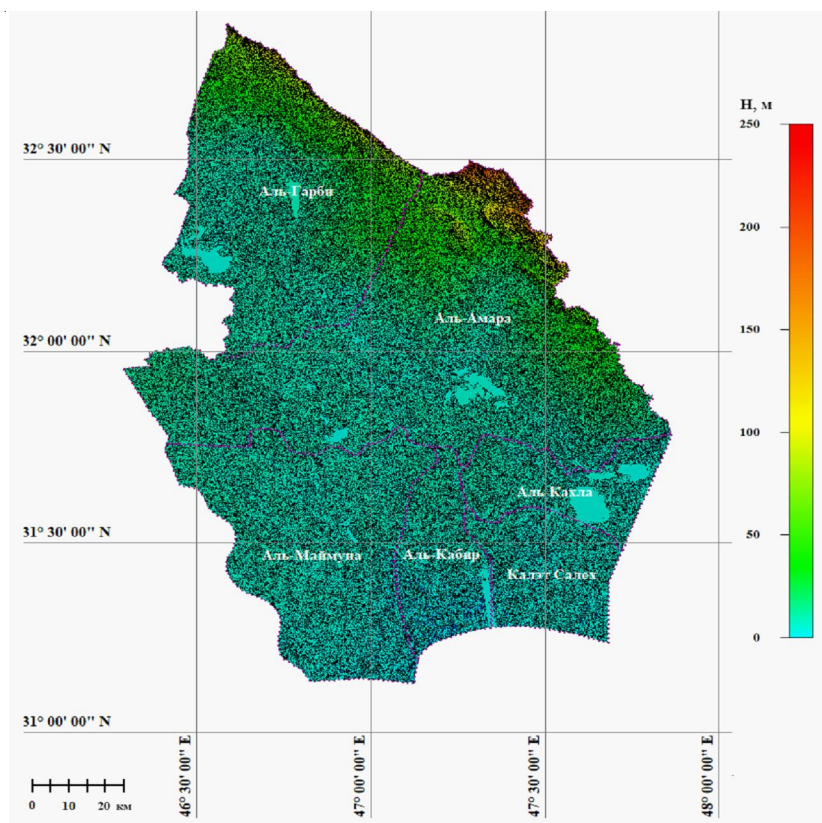


Рис. 1. Карта рельефа провинции Майсан

## Результаты и обсуждение

Геоморфологические условия определяют как возможность использования земель, так и их плодородие, а также степень влияния таких условий на процессы деградации при воздействии природных факторов, вызывающих ветровую и водную эрозию.

Для анализа изменения высот был разработан картографический слой – рельеф и построен профиль (рис. 2, 3). Исследования распределения площади провинции по высотам показали преимущественно равнинный характер территории.

Геоинформационный анализ рельефа позволил определить основные пространственные характеристики рельефа провинции Майсан (см. табл. 1).

Установлено, что основная часть поверхности рельефа провинции Майсан (81,1%) имеет высоты от 0 до 20 м над уровнем мирового океана. Основные водотоки расположены по левому берегу р. Тигр. Крутизна склонов здесь достигает  $5^\circ$ , перепад высот – 112 м (в границах Ирака). Распределение площади по диапазонам высот показано на рисунке 4. В результате исследований установлено, что рельеф территории исследований по

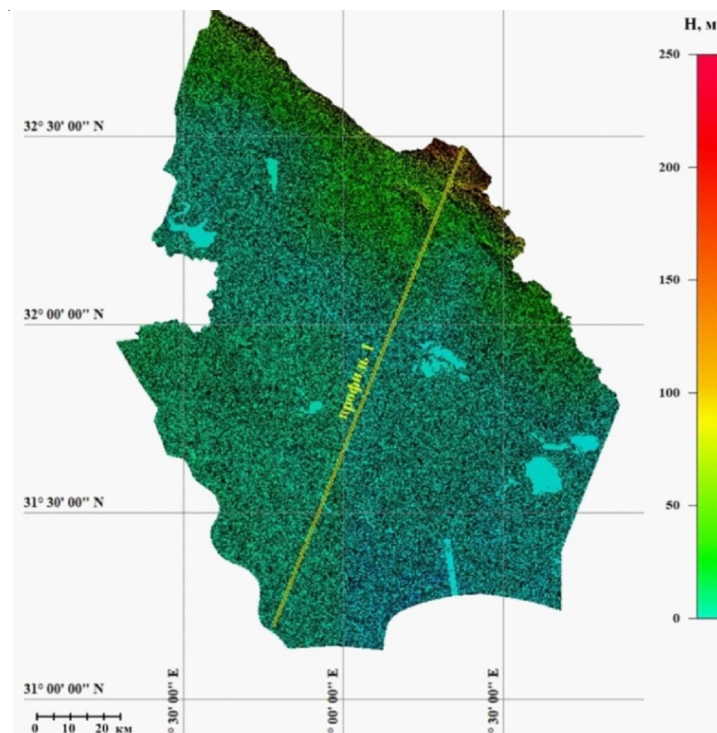


Рис. 2. Визуализация локальной цифровой модели рельефа провинции Майсан

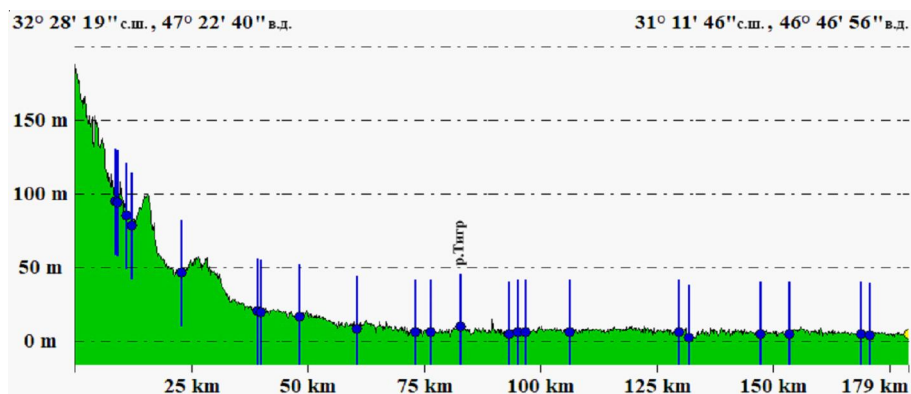


Рис. 3. Профиль рельефа провинции Майсан (линия профиля 1)

правобережью в основном равнинный, а левый берег реки Тигр в северной части провинции представляет собой склоновые земли с незначительной крутизной.

Таким образом, картографирование рельефа дает точную географическую привязку величин различных типов поверхности, что имеет большое значение при планировании лесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов и организации сельскохозяйственного производства.

На территории провинции Майсан почвы в основном легкого гранулометрического состава, в том числе аллювиальные, солонцовые, солончаки и пески, каменистые почвы. Минеральная основа почв – гипс. Эти почвы довольно плодородны, однако процесс засоления привел к выводу части полей из использования. По результатам исследований разработана картографический слой – карта почвенных контуров (см. рис. 5).

В результате исследований установлено, что из 1607,2 тыс. га общей площади 51 % территории занимают слабогумусированные пески с большим содержанием илистых и глинистых фракций, 22 % – аллювиальные пойменные, 21 % – аллювиальные болотные, 6 % –

аллювиальные дельтовые и 0,3 % – каменистые почвы. Большая часть почв в различной степени засолены.

Геоинформационное картографирование полигонов проведено для 6 тестовых полигонов (Амара, Шарки, Мухан, Кабир, Кахла, Джулуб), с использованием спектрзональных космоснимков спутника Sentinel 2 от 5 марта 2021 г., разрешением 10 м, цифровой модели местности SRTM 3.

Гидрологические исследования пространственного распределения почвенных контуров, метеорологических условий, уровней залегания и засоленности грунтовых вод на основе данных Департамента лабораторий, управления подземных вод провинции Майсан дали возможность определить пространственное размещение контуров лесомелиоративных категорий, типов и выделов (см. рис. 6).

Установлены характеристики земель сельскохозяйственного назначения и агролесомелиоративного обустройства территории тестового полигона «Амара» площадью 196,1 га (см. рис. 7). Древесная растительность на территории исследований представлена следующими видами: хурма восточная

Таблица 1

**Пространственные характеристики рельефа**

Наименование объекта	Площадь, тыс. га	Минимальная высота, м	Максимальная высота, м	Средняя высота, м	Стандартное отклонение высот, м	Максимальная крутизна склона, ° [уклон, %]	Средний крутизна склона, ° [уклон, %]	Стандартное отклонение крутизны склона, °
Провинция Майсан	1607,2	0	261	16	22	32 [63]	1,6 [2,8]	1,00

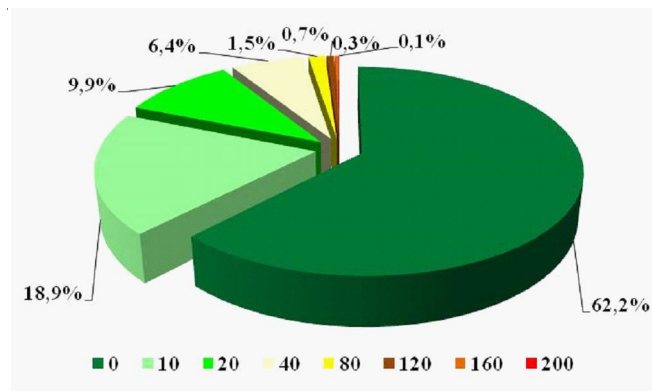


Рис. 4. Распределение площади территории провинции Майсан по диапазонам высот

(*Diospyros kaki*), робиния-лжеакация (*Robinia pseudoacacia*) ясень китайский (*Ailanthus altissima*), мирт обыкновенный (*Myrtus communis*), фисташка (*Pistacia terebinthus*) тополь белый, евфратский и черный (*Populus alba*, *P. euphratica*, *P. nigra*).

Геоморфологические характеристики полигонов приведены в таблице 2.

Вдоль каналов и русел в древостое представлены тамариксы (*Tamarix spp.*), акации (*Acacia spp.*), мескит выполненный (*Prosopis farcta*), ивы (*Salix spp.*), мескит (*Prosopis juliflora*). На юге распространены азадирахта индийская (*Melia indica*), манго индийское (*Mangifera indica*) финиковая пальма (*Phoenix dactilifera*), акация аравийская (*Acacia arabica*), альбиция (*Albizia lebbek*), зизифусы (*Zizyphus spp.*), тамариксы (*Tamarix spp.*).

Состояние и использование угодий определялось по космоснимкам Sentinel 2 (разрешение 10 м) и WorldView 3, (разрешением менее 1 м). Дешифрирование контуров проведе-

но с использованием программного комплекса ENVI 5.3.

На территорию полигона создана аналитическая карта угодий (см. рис. 7) и установлены характеристики 71 участка. Анализ структуры показал, что под пашню используется 62 % территории, сады занимают 7 %, лесные насаждения – 9 %, каналы и дороги – 14 %, неиспользуемые – 8 %.

На полигоне Амара проведены полевые исследования, получены данные и полевые фотоэталонны по результатам профилирования 10 ландшафтных точек. Характеристики линии профиля: высота рельефа в начальной точке – 9 м; высота рельефа в конце профиля – 7 м; протяженность профиля – 1109 м.

Результаты анализа образцов почв в точках по профилю полевого участка показали чрезвычайный уровень засоления территории (более 3 %). Слабо засолены (0,44 %) образцы почв на 2 участках из 10. Образцы почв на 3 участках засолены в средней степени (1,25 %).

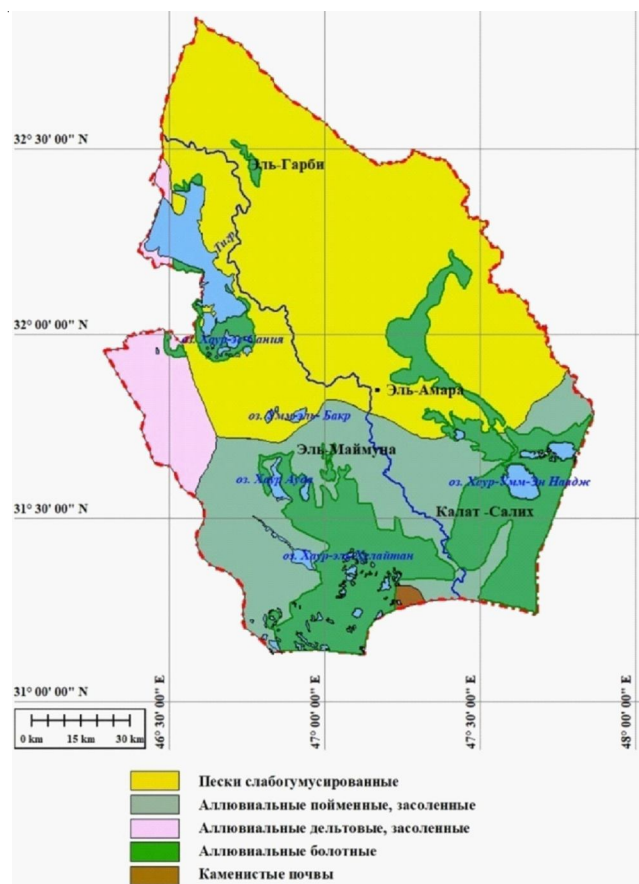


Рис. 5. Уточненная почвенная карта территории провинции Майсан



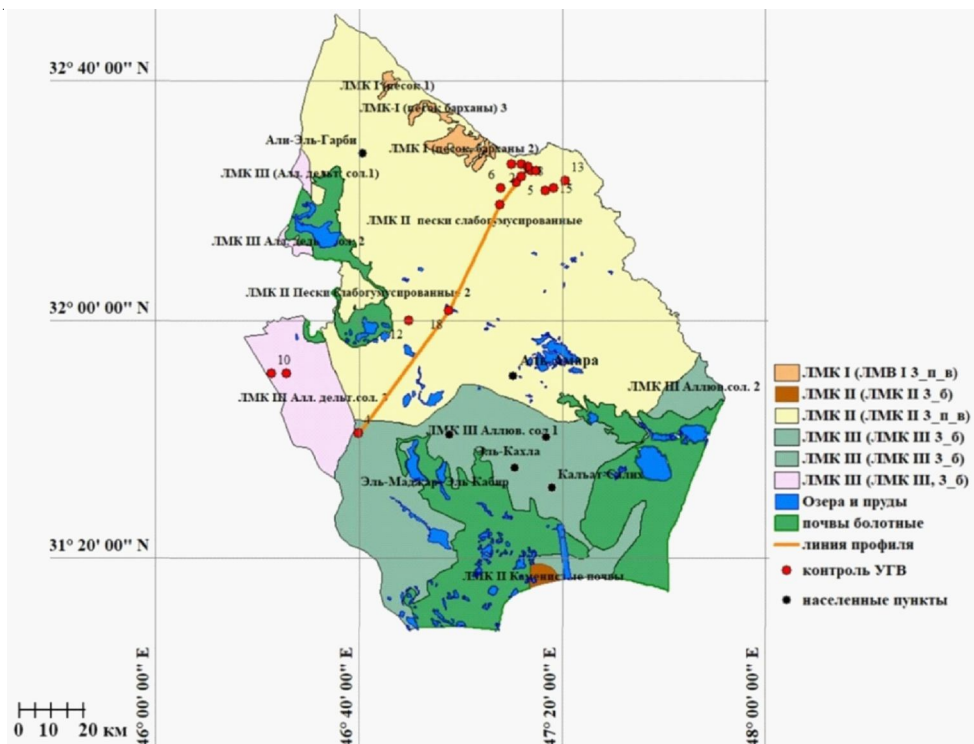


Рис. 6. Карта лесомелиоративных категорий и выделов территории провинции Майсан

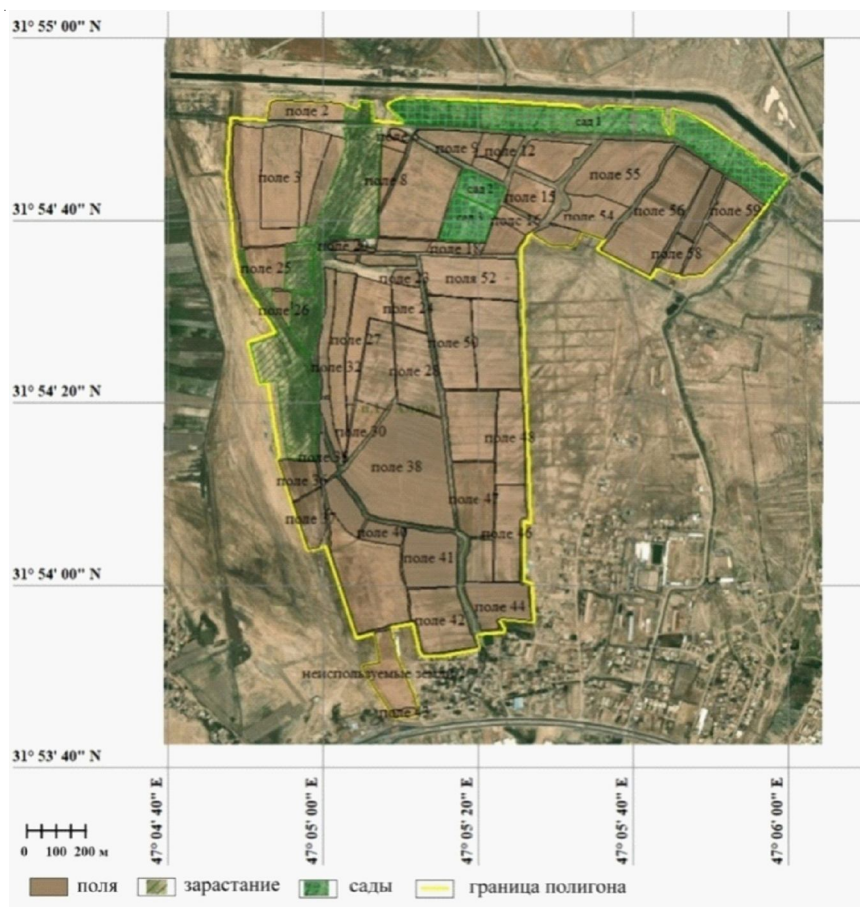


Рис. 7. Космокарта полигона Амара и структура использования земель (спутник WorldView 3)

Установлено, что наибольшую площадь 64,4 га (32,8 %) занимают угодья с очень сильным и сильным засолением. Сильное засоление приводит к полной потере урожая. Поля (64,4 га) с таким уровнем засоления выводятся из использования. Древесно-кустарниковая растительность занимает площадь

13,3 га (без учета плантаций финиковых пальм). По берегам каналов в основном кустарник тамарикс и финиковые пальмы.

На карте (рис. 8) приведено пространственное размещение деревьев и кустарников на территории полигона. Площадь насаждений с учетом плантаций пальм составляет

Таблица 2

Характеристики тестовых полигонов

Наименование полигона	Амара	Шарки	Мухан	Кабир	Кахла	Джулуб
Площадь, га	196,1	1078,9	63,9	674,2	1591,6	1724,4
Периметр, м	9991	18 314	4163	13 600	22 798	21 377
Экспозиция	Е (80°)	Е (90°)	Е (92°)	Е (89°)	Е (90°)	Е (93°)
Средняя высота рельефа, м	7,0	8,4	8,4	8,6	8,6	5,3
Макс. высота рельефа, м	10,0	13,0	12,0	14	16,0	11,0
Мин. высота рельефа, м	2,0	5,0	4,0	4	3,0	0,0
Средняя крутизна, °	1,4	1,2	1,7	1,5	1,5	1,6
Средний уклон, %	2,4	2,0	3,0	2,6	2,6	2,8
Координаты В.Д	47,1	46,7	47,1	47,1	47,3	47,4
Координаты С.Ш	31,9	32,1	31,7	31,7	31,7	31,5
Максимальная крутизна, °	4,7	3,9	4,8	5,0	5,4	6,4
Максимальный уклон, %	8,3	6,9	8,3	8,8	9,5	11,3
Станд.откл. высот рельефа, м	1,1	0,8	1,2	1,1	1,1	1,3
Станд. откл. крутизны, °	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7

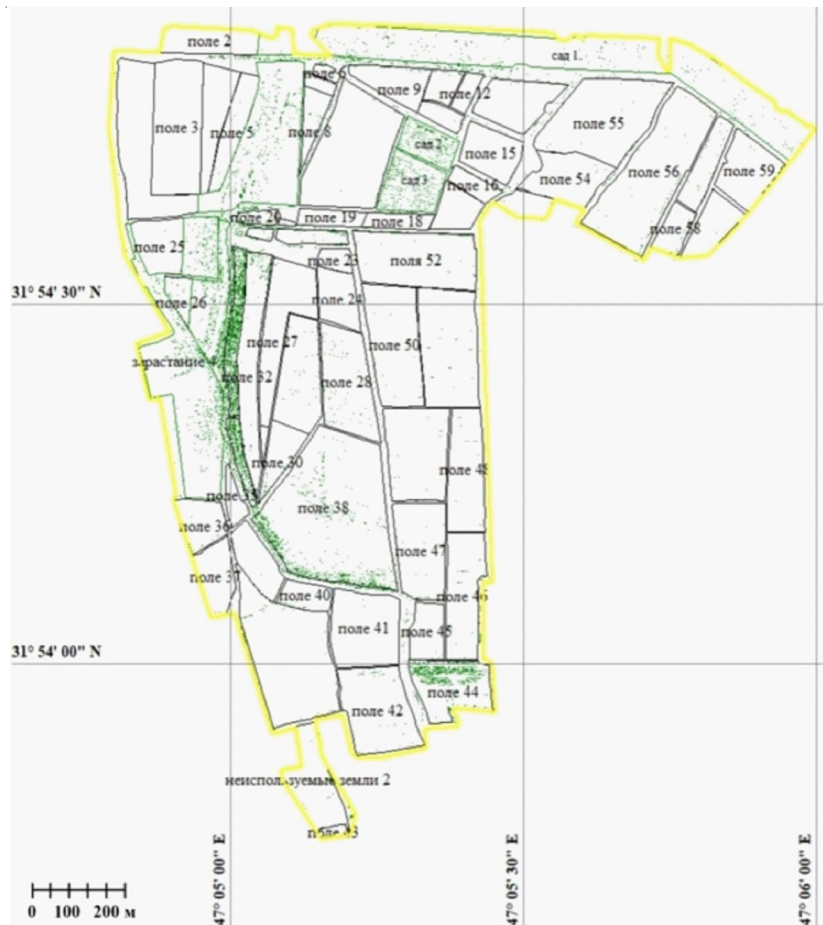


Рис. 8. Карта древесной растительности на полигоне Амара

около 4 %. Возможные направления лесомелиорации орошаемых земель на рассматриваемой территории заключается в высаживании кустарниковых кулис из *Tamarix aphylla* и *Phoenix dactylifera* вдоль орошаемых каналов.

### Заключение

Главным фактором деградации земель сельскохозяйственного назначения на территории исследований является засоление, которое связано с широким использованием систем орошения. Большая часть неиспользуемых земель на территории исследований сильно засолена и непригодна для выращивания сельскохозяйственной продукции. Вторым по значимости фактором, вызывающим деградацию, является дефляция, крайним проявлением которой являются пыльные бури, которые выносят наиболее плодородную часть почвы, снижая ее плодородие.

Геоинформационные исследования тестовых полигонов на территории провинции Майсан позволили установить пространственные характеристики рельефа, площади обрабатываемых земель, выявить фактическое использование земель для производства сельскохозяйственной продукции и выявить структуру древесной растительности.

Агролесомелиоративное обустройство исследуемой территории практически отсутствует. По берегам каналов произрастают отдельные группы древесных растений (в основном кустарник тамариск (*Tamarix aphylla*) и финиковые пальмы (*Phoenix dactylifera*). Установлено, что в основном древесная растительность (включая кустарники) произрастает по берегам оросительных, дренажных каналов и по увлажненным понижениям. Зброшеные, необрабатываемые поля зарастают полукустарниками и травянистыми растениями (*Suaeda vera*, *Artemisia judaica*, *Cynodon dactylon*, *Spergularia rubra*). Результаты исследований могут быть использованы органами управления для мониторинга состояния земель и принятия решений по организации сельскохозяйственного производства на территории провинции Майсан.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аль-Чаабави, М. Р. А. Геоинформационный анализ состояния сельскохозяйственных земель на юге Ирака / М. Р. А. Аль-Чаабави, Е. А. Иванцова, В. Г. Юферев // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 38–44.
2. Виноградов, Б. В. Основы ландшафтной экологии / Б. В. Виноградов. – М. : ГЕОС, 1998. – 418 с.
3. Виноградов, Б. В. Картографирование зон экологического неблагополучия по динамическим критериям / Б. В. Виноградов, К. Н. Кулик, А. Д. Соколин // Экология. – 1988. – № 4. – С. 243–251.
4. 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.
5. Иванцова, Е. А. Снижение негативного воздействия на агроценозы путем управления примыкающими природно-антропогенными системами / Е. А. Иванцова, Н. В. Онистратенко, А. В. Холоденко, А. А. Тихонова, В. В. Новочадов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика, Экология. – 2017. – Т. 19, № 4 (41). – С. 138–146. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>
6. 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 : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 27–30.
7. Кулик, К. Н. Аэрокосмические методы исследований аридных ландшафтов / К. Н. Кулик // Методы исследований водной эрозии в противоэрозионной лесомелиорации. – Волгоград : [б. и.], 1989. – Вып. 1 (96). – С. 43–58.
8. Кулик, К. Н. Фитоэкологическое картографирование песков по аэрокосмическим снимкам / К. Н. Кулик // Роль проектных и научных разработок в ускорении научно-технического прогресса лесохозяйственного производства. – М. : [б. и.], 1988. – С. 185–188.
9. Новочадов, В. В. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юферев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 151–158.
10. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы

/ А. М. Чандра, С. К. Гош. – М. : Техносфера, 2008. – 312 с.

11. Юферев, В. Г. Геоинформационные методы оценки параметров деградации земель / В. Г. Юферев, М. В. Юферев // Степи Северной Евразии : материалы VI Междунар. симпоз. и VIII Междунар. shk.-seminara «Геоэкологические проблемы степных регионов». – Оренбург : [б. и.], 2012. – С. 835–839.

12. Pernar, R. Estimating Stand Density and Condition With the Use of Picture Histograms and Visual Interpretation of Digital Orthophotos / R. Pernar, D. Klobucar // *Annales experimentis silvarum culturae provehendis*. – Zagreb : Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis, 2003. – Vol. 40. – P. 81–111.

13. Rulev, A. S. Remote-Geo-economic Estimation of Agricultural Land Potential of the South of Russia / A. S. Rulev // *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* – 2015. – № 15 (1). – P. 99–102.

## REFERENCES

1. Al-Chaabavi M.R.A., Ivancova E.A., Yuferev V.G. Geoinformacionnyj analiz sostoyaniya selskohozyajstvennyh zemel na yuge Iraka [Geoinformation Analysis of the State of Agricultural Land in Southern Iraq]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 38-44.

2. Vinogradov B.V. *Osnovy landshaftnoj ekologii* [Fundamentals of Landscape Ecology]. Moscow, GEOS Publ., 1998. 418 p.

3. Vinogradov B.V., Kulik K.N., Sorokin A.D. Kartografirovaniye zon eckologicheskogo neblagopolychiya po dinamicheskim kriteriyam [Mapping of Zones of Ecological Distress According to Dynamic Criteria]. *Ekologiya* [Ecology], 1988, no. 4, pp. 243-251.

4. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ispolzovanie geoinformacionnyh tekhnologij 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 the Nizhnevolzhsky Agrouniversitetskiy Complex. Science and Higher Vocational Education], 2021, no. 2 (62), pp. 357-366.

5. Ivantsova E.A., Onistratenko N.V., Holodenko A.V., Tihonova A.A., Novochadov V.V. Snizhenie negativnogo vozdejstviya na agrocenozy putem upravleniya primykayushchimi prirodno-antropogennymi sistemami [Reduction of the Negative Impact on Agrocenoses by Managing Adjacent Natural and Anthropogenic Systems]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta*.

*Seriya 3. Ekonomika, Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2017, vol.19, no. 4 (41), pp. 138-146. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>

6. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Polovinkina Yu.S. Ustoichivoe razvitie agroekosistem [Sustainable Development of the Agroecosystem]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy vseros. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: History and Modernity. Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conf.]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014, pp. 27-30.

7. Kulik K.N. Aerokosmicheskie metody issledovaniy aridnykh landshaftov [Aerospace Methods of Arid Landscape Research]. *Metody issledovaniy vodnoj erozii v protivooerozionnoj lesomelioratsii* [Research Methods for Water Erosion in Anti-Erosion Forest Reclamation]. Volgograd, s.n., 1989, iss. 1 (96), pp. 43-58.

8. Kulik K.N. Fitoekologicheskoe kartografirovaniye peskov po aerokosmicheskim snimkam [Phytoecological Mapping of Sands by Aerospace Images]. *Rol proektykh i nauchnykh razrabotok v uskorenii nauchno-tekhnicheskogo progressa lesokhozyajstvennogo proizvodstva* [The Role of Design and Scientific Developments in Accelerating Scientific and Technical Progress in Forestry Production]. Moscow, s.n., 1988, pp. 185-188.

9. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Distantionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogennotransformirovannykh territorij juga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenically Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex. Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 1 (53), pp. 151-158.

10. Chandra A.M., Gosh S.K. *Distanstionnoe zondirovaniye i geograficheskie informacionnye sistemy* [Remote Sensing and Geographic Information Systems]. Moscow, Technosfera Publ., 2008. 312 p.

11. Yuferev V.G. Geoinformacionnye metody otsenki parametrov degradatsii zemel [Geoinformation Methods for Assessing the Parameters of Land Degradation]. *Stepi Severnoj Evrazii: materialy VI Mezhdunar. simpoz. i VIII Mezhdunar. shk.-seminara «Geoekologicheskie problem stepnykh regionov»* [Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium and the 8<sup>th</sup> International School-Seminar “Geoecological Problems of the Steppe Regions”]. Orenburg, s.n., 2012, pp. 835-839.

12. Pernar R., Klobucar D. Estimating Stand Density and Condition With the Use of Picture Histograms and



Visual Interpretation of Digital Orthophotos. *Annales experimentis silvarum culturae provehendis*. Zagreb, Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis, 2003, vol. 40, pp. 81-111.

13. Rulev A.S. Remote-Geoeconomic Estimation of Agricultural Land Potential of the South of Russia. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 2015, no. 15 (1), pp. 99-102.

### Information About the Author

**Mohammed Raheema Abdullah Al-Chaabawi**, Postgraduate Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ahmedrame513@gmail.ru

### Информация об авторе

**Мохаммед Рахима Абдуллах Аль-Чаабави**, аспирант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ahmedrame513@gmail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.4>

UDC 593.161+593.192.1

LBC 28.685

**SPECIES COMPOSITION OF FISH BLOOD PARASITES (PISCES)  
IN WATER BODIES OF VOLGOGRAD REGION:  
A REVIEW OF STUDIES**

**Dmitry A. Gordeev**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Sergey V. Morgunov**

Volgograd Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Volgograd, Russian Federation

**Dmitry A. Udodov**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Olga D. Romadina**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The aim of this article is generalization of literary sources on blood parasites of fish in water bodies of the Volgograd region and determination of species composition. The material for the study was all the publications available to the authors on fish blood parasites in the Volgograd region. Methods used: comparative data analysis, descriptive statistics methods. Results indicate that the fish blood parasite fauna includes about 18 species belonging to 2 types (Euglenozoa, Sporozoa), 2 classes (Kinetoplastidea, Coccidea), 3 families (Cryptobiidae, Trypanosomatidae, Haemogregarinidae), and 3 genera. In view of the lack of reliable information about the findings of *Cryptobia barbi* and *Trypanosoma acerinae* in the blood of fish from the Volgograd region, their habitation in the study area is debatable. This report is preliminary, and the proposed species composition needs to be clarified. Practical significance: the obtained information can be used as a guide for the study of the parasite fauna of commercial fish species in the reservoirs of the Volgograd region, the implementation of preventive measures, and the monitoring of the epidemiological situation in the region.

**Key words:** fish parasites, blood, species composition, *Cryptobia*, *Trypanosoma*, *Haemogregarina*, Volgograd region.

**Citation.** Gordeev D.A., Morgunov S.V., Udodov D.A., Romadina O.D. Species Composition of Fish Blood Parasites (Pisces) in Water Bodies of Volgograd Region: A Review of Studies. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 41-48. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.4>

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ПАРАЗИТОВ КРОВИ РЫБ (PISCES) ВОДОЕМОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

**Дмитрий Анатольевич Гордеев**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Сергей Владимирович Моргунов**

Волгоградский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии,  
г. Волгоград, Российская Федерация

**Дмитрий Александрович Удодов**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Ольга Дмитриевна Ромадина**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Целью настоящей работы является обобщение литературных источников по паразитам крови рыб водоемов Волгоградской области и определение видового состава. Материалом исследования послужили все доступные для авторов публикации по паразитам крови рыб Волгоградской области. Используемые методы: сравнительный анализ данных, методы описательной статистики. Было установлено, что паразитофауна крови рыб включает около 18 видов, относящихся к 2 типам (Euglenozoa, Sporozoa), 2 классам (Kinetoplastidea, Coccidea), 3 семействам (Cryptobiidae, Trypanosomatidae, Haemogregarinidae) и 3 родам. Ввиду отсутствия достоверных сведений о находках *Cryptobia barbi*, *Trypanosoma acerinae* в крови рыб Волгоградской области, их обитание на изучаемой территории является дискуссионным. Данное сообщение является предварительным, а предложенный видовой состав нуждается в уточнении. Полученные сведения можно использовать в качестве руководства по исследованию паразитофауны промысловых видов рыб водоемов Волгоградской области, проведению профилактических мероприятий и мониторинга эпидемиологической ситуации в регионе.

**Ключевые слова:** паразиты рыб, кровь, видовой состав, *Cryptobia*, *Trypanosoma*, *Haemogregarina*, Волгоградская область.

**Цитирование.** Гордеев Д. А., Моргунов С. В., Удодов Д. А., Ромадина О. Д. Видовой состав паразитов крови рыб (Pisces) водоемов Волгоградской области: обзор исследований // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 41–48. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.4>

### Введение

Первые сведения о паразитах рыб Нижней Волги и Каспийского бассейна относятся к XIX в., которые были связаны с работами Н. П. Вагнера и его коллег [1; 25] и посвящены описанию новых видов нематод, цестод, гидр. В начале XX в. появляются новые данные о фауне трематод, скребней и пиявок, паразитирующих на рыбах [18; 30]. В 30-е гг. XX в. В.А. Догель и его ученик Б.Е. Быховский выпускают серию работ, посвященных паразитофауне рыб Нижневолжского региона, в том числе ставшую классической работу «Паразиты рыб Каспийского моря» [2].

Паразитологические исследования рыб Волгоградской области связаны с научно-педагогической деятельностью Г.С. Маркова, его коллег и учеников. Была проведена серия работ по оценке видового состава паразитофауны рыб [3; 4; 7; 9; 12; 13; 15; 16; 24], факторов, влияющих на него [21–23] в условиях Нижнего Поволжья, биологии паразитов и физиологических аспектов, вызванных ими на организм хозяина [6; 10; 15; 17; 21], описан новый вид трематод – *Phipidocotyle kovalae*, Ivanov, 1967 [11]. Важным аспектом исследований стал анализ паразитофауны после зарегулирования русел Волги и Дона в результате строительства ГЭС [5; 7; 28], что существенно повлияло на гидрорежим

и, как следствие, условия обитания. Тем не менее паразиты крови рыб по сей день остаются малоизученной группой [20], а специализированные исследования отсутствуют. В связи с чем целью данного сообщения стало обобщение литературных источников по паразитам крови рыб водоемов Волгоградской области и определение видового состава.

### Материал и методы исследования

Материалом для данной статьи стали литературные источники. Таксономический статус паразитов крови рыб приведен по «Протисты. Руководство по зоологии» [14; 19].

### Результаты и их обсуждение

**Тип:** Euglenozoa Cavalier-Smith, 1981

**Класс:** Kinetoplastidea Honigberg, 1963

**Отряд:** Bodonida Hollande, 1952

**Семейство:** Cryptobiidae Poche, 1911

**Род:** *Cryptobia* J. Leidy, 1846

**Вид:** *Cryptobia abramidis* Brumpt, 1906

Распространение: Волга, водоемы Дагестана, Амударья, Сырдарья, Дон, Днепр [29].  
Хозяин: лещ (*Abramis brama*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 29].

**Вид:** *Cryptobia acipenseris* Joff, Lewaschow, Boschenko, 1926

Распространение: Дон, Волга, Енисей [26; 29].

Хозяин: стерлядь (*Acipenser ruthenus*), белуга (*Huso huso*), русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii*), севрюга (*Acipenser stellatus*), шип (*Acipenser nudiventris*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 22; 27; 29].

**Вид:** *Cryptobia barbi* Brumpt, 1906

Распространение: Каспийское море, водоемы Дагестана, Сырдарья, Дон, Днепр [29].

Хозяин: обыкновенный усач (*Barbus barbus*), каспийский усач (*Luciobarbus brachycephalus*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: возможно обнаружение в Волге до плотины ГЭС [29].

**Вид:** *Cryptobia cyprini* Plehn, 1903

Распространение: дельта Волги, Каспийское море, водоемы Дагестана, реки Аральского и Черного морей, Средней Азии [26; 29].  
Хозяин: сазан (*Cyprinus carpio*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8; 26; 27; 29].

**Вид:** *Cryptobia guerneorum* Minchin, 1909

Распространение: дельта Волги, р. Урал, Каспий, водоемы Дагестана, Днепр, Риони [29], Нижняя Волга [8].

Хозяин: щука (*Esox lucius*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8].

**Вид:** *Cryptobia humilis* Khaibulaev, 1984

Распространение: Волга, Урал, Каспийское море, водоемы Дагестана, Днепр [29].

Хозяин: щука.

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8; 29].

**Вид:** *Cryptobia indistincta* Khaibulaev, 1984

Распространение: Волга, Урал, Каспийское море, водоемы Дагестана, реки Аральского моря, Дон, Днепр [29].

Хозяин: сазан.

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 29].

**Вид:** *Cryptobia keisseletzi* Minchin, 1909

Распространение: Волга, Каспийское море, Днепр [29].

Хозяин: линь (*Tinca tinca*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8; 29].

**Отряд:** Trypanosomatida Kent, 1880

**Семейство:** Trypanosomatidae Grobben, 1905

**Род:** *Trypanosoma* Gruby 1943

**Вид:** *Trypanosoma acerinae* Brumpt, 1906

Распространение: ранее вид отмечался в реках Днепр, Днестр, Дон, Обь [26].

Хозяин: обыкновенный ерш (*Gymnocephalus cernua*).

Локализация: кровь.

Распространение в Волгоградской области: вероятно обнаружение в р. Дон.

**Вид:** *Trypanosoma bliccae* Nikitin, 1929  
Распространение: Волга, водоемы Дагестана, Дон, Днепр [29].

Хозяин: густера (*Blicca bjoerkna*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 27].

**Вид:** *Trypanosoma carassii* Mitrofanov, 1883

Распространение: дельта Волги, Каспий, водоемы Дагестана, реки Аральского, Черного и Азовского морей [29].

Хозяин: щука, плотва (*Rutilus rutilus*), вобла (*Rutilus caspicus*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), лещ, синец (*Ballerus ballerus*), золотой карась (*Carassius carassius*), линь, язь (*Leuciscus idus*), жерех (*Aspius aspius*), щиповка (*Cobitis taenia*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 27; 29].

**Вид:** *Trypanosoma inexpectata* Khaibulaev, 1984

Распространение: Волга [29].

Хозяин: язь.

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8; 29].

**Вид:** *Trypanosoma luciopercae* Nikitin, 1929

Распространение: Волга, Каспийское море, Аральское море, Дон, Днепр [29].

Хозяин: судак (*Sander lucioperca*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 27; 29].

**Вид:** *Trypanosoma markewitschi* Lubinsky in Salewskaja-Schapowal, 1950

Распространение: дельта Волги, водоемы Дагестана, реки Аральского моря, Дон, Днепр, Дунай [29].

Хозяин: сом (*Silurus glanis*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 27].

**Вид:** *Trypanosoma percae* Brumpt, 1906

Распространение: Дунай, Днепр, Дон, Волга (в том числе дельта), Обь, Каспийское море [26; 29].

Хозяин: окунь (*Perca fluviatilis*).

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Дон [29], Волга [8; 29].

**Вид:** *Trypanosoma schulmani* Khaibulaev, 1971

Распространение: Волга, Каспийское море, реки Черного, Азовского и Балтийского морей [29], Обь [26].

Хозяин: плотва, язь, линь, щука.

Локализация: кровяное русло.

Распространение в Волгоградской области: Цимлянское водохранилище как *T. leucisci* [28], Волга [8; 29].

**Тип:** Sporozoa Leuckart, 1879

**Класс:** Coccidea Leuckart, 1879

**Подкласс:** Coccidia Leuckart, 1879

**Отряд:** Adeleida Leger, 1911

**Семейство:** Haemogregarinidae Leger, 1911

**Род:** *Haemogregarina* Danilewsky 1885

**Вид:** *Haemogregarina acipenseris* Nawrotzki, 1914

Распространение: Нижняя Волга [8; 29].

Хозяин: стерлядь, русский осетр, белуга.

Локализация: эритроциты.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8; 29].

**Вид:** *Haemogregarina esoci* Nawrotzki, 1904

Распространение: Волга, Днепр [29].

Хозяин: щука.

Локализация: эритроциты.

Распространение в Волгоградской области: Волга [8; 29].

Согласно литературным данным, паразитофауну крови рыб водоемов Волгоградской области составляют 18 видов, относящихся к 2 типам (Euglenozoa, Sporozoa), 2 классам (Kinetoplastidea, Coccidea), 3 семействам (Cryptobiidae, Trypanosomatidae, Haemogregarinidae) и 3 родам. Наибольшее число видов характерно для родов *Trypanosoma* и *Cryptobia* (по 8 видов, что составляет по 44,4 %), а *Haemogregarina* представлен лишь двумя видами (11,2 %). Из приведенного списка присутствие *C. barbi* и *T. acerinae* является дискуссионным, поскольку достоверных данных по их обнаружению у рыб Волгоградской области нет.

К широко распространенным видам паразитов крови рыб, вероятно обитающим в бассейнах рек Волги и Дона, относится 9: *C. abramidis*, *C. acipenseris*, *C. indistincta*, *T. bliccae*, *T. carassii*, *T. luciopercae*,

*T. markewitschi*, *T. percae*, *T. schulmani*, что составляет 50 % от общего их числа. Остальные могут быть встречены в р. Волга (*C. barbi*, *C. cyprinid*, *C. guerneorum*, *C. humilis*, *C. keisseletzi*, *T. inexpectata*, *H. acipenseris*, *H. esoci*) или р. Дон (*T. acerinae*). Инфицированию подвержено 24 вида рыб, при этом, у большинства паразитов (13, или 72,2%) в изучаемом регионе только один конечный хозяин: *C. abramidis*, *C. cyprini*, *C. guerneorum*, *C. humilis*, *C. indistinct*, *C. keisseletzi*, *T. acerinae*, *T. bliccae*, *T. inexpectata*, *T. luciopercae*, *T. markewitschi*, *T. perca*, *H. esoci*, тогда как для остальных характерно несколько хозяев. Наибольшее число хозяев (11) характерно для *Trypanosoma carassii*.

### Заключение

Таким образом, паразитофауна крови рыб включает около 18 видов, два из которых (*Cryptobia barbi*, *Trypanosoma acerinae*) являются вероятными. Половина паразитов (9, или 50 %) приходится на ихтиофауну двух крупных рек региона – Волгу и Дон. Данное сообщение является предварительным, а предложенный видовой состав нуждается в уточнении.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вагнер, Н. П. О строении новой формы из Nematoda // Труды I съезда русских естествоиспытателей и врачей в СПб. – СПб. : [б. и.], 1868. – С. 6–7.
2. Догель, В. А. Паразиты рыб Каспийского моря / В. А. Догель, Б. Е. Быховский. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1983. – 149 с.
3. Донцов, Ю. С. Влияние зарегулированного стока Волги на гельминтофауну рыб из водохранилищ Волжского каскада / Ю. С. Донцов // Фауна, систематика, экология и биология гельминтов и их промежуточных хозяев. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1979. – С. 13–40.
4. Донцов, Ю. С. Круглые черви в Волгоградском водохранилище / Ю. С. Донцов // Ученые записки Волгоградского педагогического института. – 1972. – Т. 32. – С. 88–95.
5. Донцов, Ю. С. О некоторых изменениях в паразитофауне после зарегулирования Волги у Волгограда / Ю. С. Донцов // Проблемы паразитологии. – Киев : Наукова думка, 1967. – С. 455–457.
6. Донцов, Ю. С. О влиянии лигулид на организм леща в Волгоградском водохранилище / Ю. С. Донцов, Н. А. Карасева, В. Н. Левин // Материалы 3-й зоологической конференции педагогических институтов РСФСР. – Волгоград : [б. и.], 1967. – С. 167–169.
7. Донцов, Ю. С. Паразитофауна частичковых рыб водоемов Волгоградской области / Ю. С. Донцов, Н. А. Косарева // Паразитические животные Волгоградской области. – Волгоград : [б. и.], 1969. – С. 221–305.
8. Жохов, А. Е. Таксономическое разнообразие паразитов рыбообразных и рыб бассейна Волги. I. Паразитические простейшие (Protozoa) / А. Е. Жохов, Н. М. Молодожникова // Паразитология. – 2006. – Т. 40, вып. 3. – С. 244–274.
9. Иванов, В. П. Гельминтофауна молоди осетровых рыб реки Волги и Волгоградского водохранилища / В. П. Иванов // Вопросы экологии и паразитологии животных. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1966. – С. 18–27.
10. Иванов, В. П. Некоторые возрастные особенности гельминтофауны осетровых рыб Волги / В. П. Иванов // Материалы научной конференции Всесоюзного общества гельминтологов. Ч. 2. – М. : [б. и.], 1965. – С. 106–107.
11. Иванов, В. П. Новый вид трематод рода рипидокотиле – *Rhipidocotyle kovalae* sp. n. (Trematoda, Visceralidae) из осетровых рыб Волги / В. П. Иванов // Вестник зоологии. – Киев : Наукова думка, 1967. – С. 81–83.
12. Иванов, В. П. Паразитофауна осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна / В. П. Иванов // Паразитические животные Волгоградской области. – Волгоград : Волгогр. правда, 1969. – С. 306–314.
13. Иванов, В. П. Анализ изменений гельминтофауны осетровых рыб Волги / В. П. Иванов, Г. С. Марков // Вопросы морфологии, экологии и паразитологии животных. – Волгоград : Волгогр. правда, 1972. – С. 96–112.
14. Карпов, С. А. Система протистов и проблемы их мегасистематики / С. А. Карпов // Протисты. Руководство по зоологии. Ч. 1 / под ред. А. Ф. Алимова. – СПб. : Наука, 2000. – С. 123–126.
15. Косарева, Н. А. Влияние ремнецов на микроструктуру органов рыб / Н. А. Косарева // Материалы XX научной конференции Волгоградского педагогического института. – Волгоград : [б. и.], 1965. – С. 122–125.
16. Косарева, Н. А. Ихтиопаразитологическая ситуация и некоторые паразитозы промысловых рыб водохранилищ Волго-Донского судоходного канала им. В.И. Ленина : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Косарева Н. А. – Л., 1965. – 26 с.
17. Косарева, Н. А. О нарушении углеводного обмена карповых рыб при инвазиях лигулезом и диграмозом / Н. А. Косарева // Доклады АН СССР. – 1961. – Т. 139, № 2.

18. Костылев, Н. Н. К фауне акантоцефал р. Волги и ее притоков / Н. Н. Костылев // Работы Волжской биологической станции. – Саратов : [б. и.], 1924. – Т. 7, вып. 4/5. – С. 142–148.

19. Крылов, М. В. Тип Sporozoa Leuckart, 1879 – Споровики / М. В. Крылов, А. О. Фролов // Протисты. Руководство по зоологии. Ч. 2 / под ред. А. Ф. Алимова. – СПб. : Наука, 2007. – С. 5–11.

20. Либерман, Е. Л. Паразиты крови некоторых видов рыб Нижнего Иртыша / Е. Л. Либерман // Российский паразитологический журнал. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 23–31.

21. Марков, Г. С. Влияние нерестовых миграций русского осетра на его паразитофауну / Г. С. Марков, В. З. Трусов, А. В. Решетникова // Ученые записки Волгоградского педагогического института. – 1964. – Вып. 16. – С. 111–124.

22. Марков, Г. С. Сезонная динамика паразитофауны русского осетра / Г. С. Марков, В. З. Трусов, А. В. Решетникова // Проблемы паразитологии : тр. 4-й науч. конф. паразитологов УССР. – Киев : Изд-во АН УССР, 1963. – С. 464–466.

23. Марков, Г. С. О факторах, влияющих на зараженность русского осетра пиявками / Г. С. Марков, А. В. Решетникова, В. П. Иванов // Материалы научной конференции Всесоюзного общества гельминтологов. Ч. 3. – М. : [б. и.], 1965. – С. 162–166.

24. Марков, Г. С. Влияние нерестовых миграций на паразитофауну волжской севрюги / Г. С. Марков, В. З. Трусов, А. В. Решетникова // Гельминты человека, животных и растений и борьба с ними : к 85-летию акад. К.И. Скрябина. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1963. – С. 115–118.

25. Мельников, Н. М. О строении *Cystoospies acipenseris* / Н. М. Мельников // Протокол Казанского общества естествоиспытателей за 1872–1873 гг. – Казань : [б. и.], 1876.

26. Пугачев, О. Н. Каталог паразитов рыб Северной Азии. Простейшие / О. Н. Пугачев. – СПб. : Зоол. ин-т РАН, 2001. – 242 с.

27. Решетникова, А. В. Паразиты рыб нижнего бьефа Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС / А. В. Решетникова // Труды Волгоградского отделения ГОСНИОРХ. – Волгоград : Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1967. – Т. 3. – С. 299–320.

28. Решетникова, А. В. Паразитофауна и заболевания рыб Цимлянского водохранилища / А. В. Решетникова // Труды Волгоградского отделения ГОСНИОРХ. – Волгоград : Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1965. – С. 201–214.

29. Семенова, Н. Н. Паразитофауна и болезни рыб Каспийского моря / Н. Н. Семенова, В. П. Иванов, В. М. Иванов. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2007. – 558 с.

30. Шмидт, Г. А. К фауне трематод дельты Волги / Г. А. Шмидт // Русский гидробиологический журнал. – 1922. – № 2. – С. 1–20, 30–31.

REFERENCES

1. Wagner N.P. O stroyenii novoy formy iz Nematoda [On the Structure of a New Form from Nematoda]. *Trudy I syezda russkikh estestvoispytateley i vrachey v SPb* [Proceedings of the Congress of Russian Naturalists and Doctors in St. Petersburg]. Saint Petersburg, s.n., 1868, pp. 6-7.

2. Dogel V.A., Bykhovskiy B.E. *Parazity ryb Kaspiskogo morya* [Fish Parasites of the Caspian Sea]. Moscow, Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1983. 149 p.

3. Dontsov Yu.S. Vliyaniye zaregulirovannogo stoka Volgi na gelmintofaunu ryb iz vodokhranilishch Volzhskogo kaskada [Effect of Regulated Volga Runoff on the Helminth Fauna of Fish from Reservoirs of the Volga Cascade]. *Fauna, sistematika, ekologiya i biologiya gel'mintov i ikh promezhutochnykh khozyaev* [Fauna, Systematics, Ecology and Biology of Helminths and Their Intermediate Hosts]. Gorky, VolgoVyat. kn. izd-vo, 1979, pp. 13-40.

4. Dontsov Yu.S. Kruglyye chervi v Volgogradskom vodokhranilishche [Roundworms in the Volgograd Reservoir]. *Uchenye zapiski Volgogradskogo pedagogicheskogo instituta* [Scientific Notes of the Volgograd Pedagogical Institute], 1972, vol. 32, pp. 88-95.

5. Dontsov Yu.S. O nekotorykh izmeneniyakh v parazitofaune posle zaregulirovaniya Volgi u Volgograda [On Some Changes in the Parasite Fauna After the Regulation of the Volga Near Volgograd]. *Problemy parazitologii* [Problems of Parasitology]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1967, pp. 455-457.

6. Dontsov Yu.S., Karaseva N.A., Levin V.N. O vliyanii ligulid na organizm leshcha v Volgogradskom vodokhranilishche [On the Influence of Ligulids on the Body of Bream in the Volgograd Reservoir]. *Materialy 3-y zoologicheskoy konferentsii pedagogicheskikh institutov RSFSR* [Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Zool. Conf. of Ped. Institutes of the RSFSR]. Volgograd, s.n., 1967, pp. 167-169.

7. Dontsov Yu.S., Kosareva N.A. Parazitofauna chastikovykh ryb vodoyemov Volgogradskoy oblasti [Parasitofauna of Partial Fishes of Reservoirs of the Volgograd Region]. *Paraziticheskiye zivotnyye Volgogradskoy oblasti* [Parasitic Animals of the Volgograd Region]. Volgograd, s.n., 1969, pp. 221-305.

8. Zhokhov A.E., Molodozhnikova N.M. Taksonomicheskoye raznoobraziye parazitov ryboobraznykh i ryb basseyna Volgi. I. Paraziticheskiye prosteyshiye (Protozoa) [Taxonomic Diversity of Parasites of Pisciformes and Fishes of the Volga Basin. 1. Parasitic Protozoa]. *Parazitologiya* [Parasitology], 2006, vol. 40, iss. 3, pp. 244-274.

9. Ivanov V.P. Gelmintofauna molodi osetrovyykh ryb reki Volgi i Volgogradskogo vodokhranilishcha [Helminth Fauna of Sturgeon Juveniles in the Volga River

and the Volgograd Reservoir]. *Voprosy ekologii i parazitologii zhivotnykh* [Questions of Ecology and Parasitology of Animals]. Saratov, Izd-vo Sarat. un-ta, 1966, pp. 18-27.

10. Ivanov V.P. Nekotoryye vozrastnyye osobennosti gelmintofauny osetrovoykh ryb Volgi [Some Age Features of the Helminth Fauna of the Volga Sturgeon]. *Materialy nauchnoy konferentsii Vsesoyuznogo obshchestva gel'mintologov. Ch. 2* [Proceedings of the Scientific Conference of the All-Union Society of Helminthologists. Pt. 2]. Moscow, s.n., 1965, pp. 106-107.

11. Ivanov V.P. Novyy vid trematod roda Rhipidocotyle – Rhipidocotyle kovalae sp. n. (Trematoda, Bucephalidae) iz osetrovoykh ryb Volgi [New Species of Trematodes of the Genus Rhipidocotyle – Rhipidocotyle Kovalae Sp. N. (Trematoda, Bucephalidae) from Volga Sturgeons]. *Vestnik zoologii* [Bulletin of Zoology]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1967, pp. 81-83.

12. Ivanov V.P. Parazitofauna osetrovoykh ryb Volgo-Kaspiyskogo basseyna [Parasitic Fauna of Sturgeons of the Volga-Caspian Basin]. *Paraziticheskiye zhivotnyye Volgogradskoy oblasti* [Parasitic Animals of the Volgograd Region]. Volgograd, Volgogr. pravda Publ., 1969, pp. 306-314.

13. Ivanov V.P., Markov G.S. Analiz izmeneniy gelmintofauny osetrovoykh ryb Volgi [Analysis of Changes in the Helminth Fauna of Sturgeons in the Volga]. *Voprosy morfologii, ekologii i parazitologii zhivotnykh* [Questions of Morphology, Ecology and Parasitology of Animals]. Volgograd, Volgogr. pravda Publ., 1972, pp. 96-112.

14. Karpov S.A. Sistema protistov i problemy ikh megasistematiki [Classification of Protists and Problems of Their Megasystematics]. Alimov A.F., ed. *Protisty. Rukovodstvo po zoologii. Ch. 1* [Protists. A Guide to Zoology. Pt. 1]. Saint Petersburg, Nauka Publ., 2000, pp. 123-126. А. Ф. АЛИМОВ

15. Kosareva N.A. Vliyaniye remnetsov na mikrostrukturu organov ryb [Influence of Ligulidae on the Microstructure of Fish Organs]. *Materialy XX nauchnoy konferentsii Volgogradskogo pedagogicheskogo instituta* [Proceedings of the 20<sup>th</sup> Scientific Conference of the Volgograd Medical Institute]. Volgograd, s.n., 1965, pp. 122-125.

16. Kosareva N.A. *Ikhtioparazitologicheskaya situatsiya i nekotoryye parazitozy promyslovyykh ryb vodokhranilishch Volgo-Donskogo sudokhodnogo kanala im. V.I. Lenina: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Ichthyoparasitological Situation and Some Parasitosis of Commercial Fishes of the Reservoirs of the Volga-Don Shipping Channel Named After V.I. Lenin. Cand. biol. sci. abs. diss.]. Leningrad, 1965. 26 p.

17. Kosareva N.A. O narushenii uglevodnogo obmena karpovykh ryb pri invazyakh ligushezom i digrammozom [Disturbances in Carbohydrate

Metabolism in Cyprinids During Invasions with Ligushes and Digrammosis]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR], 1961, vol. 139, no. 2.

18. Kostylev N.N. K faune akantotsefal r. Volgi i yeye pritokov [To the Acanthocephalic Fauna of the Volga and Its Tributaries]. *Raboty Volzhskoy biologicheskoy stantsii* [Works of the Volga Biological Stations]. Saratov, s.n., 1924, vol. 7, iss. 4/5, pp. 142-148.

19. Krylov M.V., Frolov A.O. Tip Sporozoa Leuckart, 1879 – Sporoviki [Phylum Sporozoa Leuckart, 1879]. Alimov A.F., ed. *Protisty. Rukovodstvo po zoologii. Ch. 2* [Protists. A Guide to Zoology. Pt. 2]. Saint Petersburg, Nauka Publ., 2007, s.n., pp. 5-11.

20. Liberman Ye.L. Parazity krovi nekotorykh vidov ryb Nizhnego Irtysha [Blood Parasites of Some Fish Species of the Lower Irtysh]. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Parasitology], 2021, vol. 15, no. 3, pp. 23-31.

21. Markov G.S., Trusov V.Z., Reshetnikova A.V. Vliyaniye nerestovykh migratsiy russkogo osetra na yego parazitofaunu [Influence of Spawning Migrations of the Russian Sturgeon on Its Parasite Fauna]. *Uchenye zapiski Volgogradskogo pedagogicheskogo instituta* [Scientific Notes of the Volgograd Pedagogical Institute], 1964, vol. 16, pp. 111-124.

22. Markov G.S., Trusov V.Z., Reshetnikova A.V. Sezonnaya dinamika parazitofauny russkogo osetra [Seasonal Dynamics of the Parasite Fauna of the Russian Sturgeon]. *Problemy parazitologii: tr. 4-y nauch. konf. parazitologov USSR* [Problems of Parasitology. Proceedings of the 4<sup>th</sup> Scientific Conference of Parasitologists of the Ukrainian SSR]. Kyiv, Izd-vo AN USSR, 1963, pp. 464-466.

23. Markov G.S., Reshetnikova A.V., Ivanov V.P. O faktorakh, vliyayushchikh na zarazhennost russkogo osetra piyavkami [On the Factors Influencing the Infection of the Russian Sturgeon with Leeches]. *Materialy nauchnoy konferentsii Vsesoyuznogo obshchestva gel'mintologov. Ch. 3* [Proceedings of the Scientific Conference of the All-Union Society of Helminthologists. Pt. 3]. Moscow, s.n., 1965, pp. 162-166.

24. Markov G.S., Trusov V.Z., Reshetnikova A.V. Vliyaniye nerestovykh migratsiy na parazitofaunu volzhskoy sevryugi [Influence of Spawning Migrations on the Parasite Fauna of the Volga Stellate Sturgeon]. *Gelminty cheloveka, zhivotnykh i rasteniy i borba s nimi: k 85-letiyu akad. K.I. Skryabina* [Helminths of Humans, Animals and Plants and Their Control. To the 85<sup>th</sup> Anniversary of Acad. K.I. Scriabin]. Moscow, Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1963, pp. 115-118.

25. Melnikov N.M. O stroenii Cystoopies acipenseris [On the Structure of Cystoopies acipenseris]. *Protokol Kazanskogo obshchestva yestestvoispytateley za 1872–1873 gg.* [Protocol of



Naturalists of the Kazan Society for 1872–1873]. Kazan, s.n., 1876.

26. Pugachev O.N. *Katalog parazitov ryb Severnoy Azii. Prosteyshiy* [Catalog of Fish Parasites of Northern Asia. Protozoa]. Saint Petersburg, Zool. in-t RAN, 2001. 242 p.

27. Reshetnikova A.V. Parazity ryb nizhnego byefa Volzhskoy GES im. XXII syezda KPSS [Parasites of Fishes of the Downstream of the 22<sup>nd</sup> Congress of the CPSU Volga Hydroelectric Power Station]. *Trudy Volgogradskogo otdeleniya GOSNIORKh* [Proceedings of the Volgograd Branch of the State Research Institute of Lake and River Fisheries]. Volgograd, Nizh.-Volzh. kn. izd-vo, 1967, vol. 3, pp. 299-320.

28. Reshetnikova A.V. Parazitofauna i zbolevaniya ryb Tsimlyanskogo vodokhranilishcha [Parasite Fauna and Diseases of the Fish of the Tsimlyansk Reservoir]. *Trudy Volgogradskogo otdeleniya GOSNIORKh* [Proceedings of the Volgograd Branch of the State Research Institute of Lake and River Fisheries]. Volgograd, Nizh.-Volzh. kn. izd-vo, 1965, pp. 201-214.

29. Semenova N.N., Ivanov V.P., Ivanov V.M. *Parazitofauna i bolezni ryb Kaspiyskogo morya* [Parasitofauna and Diseases of the Fish of the Caspian Sea]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2007. 558 p.

30. Shmidt G.A. K faune trematod delty Volgi [On the Trematode Fauna of the Volga Delta]. *Russkiy gidrobiologicheskiy zhurnal*, 1922, no. 2, pp. 1-20, 30-31.

### Information About the Authors

**Dmitry A. Gordeev**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, dmitriy8484@bk.ru

**Sergey V. Morgunov**, Head of the Department of Aquaculture and Fishery Reclamation, Volgograd Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Pugacheva St, 1, 400001 Volgograd, Russian Federation, vo-zam14@mail.ru

**Dmitry A. Udodov**, Master Student, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, udodovdiman@gmail.com

**Olga D. Romadina**, Master Student, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, olga.23.07.99@mail.ru

### Информация об авторах

**Дмитрий Анатольевич Гордеев**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, dmitriy8484@bk.ru

**Сергей Владимирович Моргунов**, начальник отдела аквакультуры и рыбохозяйственной мелиорации, Волгоградский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, ул. Пугачева, 1, 400001 г. Волгоград, Российская Федерация, vo-zam14@mail.ru

**Дмитрий Александрович Удодов**, магистрант кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, udodovdiman@gmail.com

**Ольга Дмитриевна Ромадина**, магистрант кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, olga.23.07.99@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.5>

UDC 332.13:553(470.4)

LBC 65.285.2(235.47)

## ON THE ISSUE OF THE ECONOMY DEVELOPMENT OF THE SOUTH VOLGA REGION

**Leonid A. Anisimov**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The South Volga region is currently a modest subject among the resource-producing regions of Russia. At the same time, the region has unique reserves of a number of minerals that may be in demand with a certain development of world technologies and the world economy. These include Saratov oil shales, Volgograd bischofite, and Astrakhan sulfur. The development of the economy of the South Volga region requires purposeful research of the most significant natural resources in terms of the conditions of occurrence, the size of reserves and their distribution, development conditions, and development problems. To solve these problems, it is necessary to assess the possibility of using modern technologies for their development, conduct a pre-project risk analysis, and assess the feasibility, nature, and degree of participation of the principal enterprises of the region in the development of deposits.

**Key words:** South Volga region, oil shale, bischofite, hydrogen sulfide, development technologies.

**Citation.** Anisimov L.A. On the Issue of the Economy Development of the South Volga Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 49-57. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.5>

УДК 332.13:553(470.4)

ББК 65.285.2(235.47)

## К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

**Леонид Алексеевич Анисимов**

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Нижнее Поволжье в настоящее время занимает скромное место среди ресурсодобывающих регионов России. В то же время регион обладает уникальными запасами ряда полезных ископаемых, которые могут быть востребованы при определенном развитии мировых технологий и мировой экономики. К ним мы относим саратовские горючие сланцы, волгоградский бишофит и астраханскую серу. Развитие производительных сил Нижнего Поволжья требует целенаправленных исследований наиболее значимых природных ресурсов региона с точки зрения условий залегания, величины запасов и их распределения, условий разработки и проблем освоения. Для решения этих проблем необходимо определить возможность использования современных технологий для их освоения, провести предпроектный анализ рисков и оценить целесообразность, характер и степень участия системообразующих предприятий региона в освоении месторождений.

**Ключевые слова:** Нижневолжский регион, горючие сланцы, бишофит, сероводород, технологии освоения.

**Цитирование.** Анисимов Л. А. К вопросу развития производительных сил Нижневолжского региона // *Природные системы и ресурсы*. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 49–57. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.5>

### Введение

Нижнее Поволжье обладает уникальными запасами ряда полезных ископаемых, которые могут быть востребованы при определенном развитии мировых технологий и мировой экономики. К ним мы относим саратовские горючие сланцы, волгоградский бишофит и астраханскую серу. Свойства и ресурсы этих полезных ископаемых заслуживают того, чтобы еще раз привлечь внимание к перспективам их освоения.

### Энергетическое сырье – горючие сланцы

**Горючие сланцы** – разновидность каустобиолитов, в которой минеральная составляющая, как правило, доминирует над органическим веществом. Это осадочные органо-минеральные породы, содержащие концентрированное сапропелитовое или гумусосапропелитовое органическое вещество преимущественно морского генезиса. Основу органического вещества горючих сланцев составляют продукты преобразования фитопланктона, и в этом отношении они идентичны сапропелитовым углям. Минеральная сланцеобразующая часть превалирует над органическим веществом, и состав ее разнообразен: это – глинистый, алевролитоглинистый, карбонатный, глинисто-карбонатный, кремнистый и кремнисто-глинистый материал.

Элементный состав органического вещества горючих сланцев месторождений, разведанных на территории Саратовской области, показан в таблице. Как видно из этих данных, элементный состав органического вещества сланцев различных месторождений примерно одинаков.

Содержание Сорг. в сланцах достигает 29–36 %, при соответствующей их зольности 60–70 %. В составе керогена горючих

сланцев Поволжья содержание серы достигает 8–11 %.

ПГО «Нижеволжскгеология» с 1978 по 1984 г. было головным предприятием по поиску и разведке месторождений горючих сланцев в Волжском бассейне. Границы распространения горючих сланцев Поволжья показаны на рисунке 1. По результатам разведочных работ на территории региона выявлен ряд месторождений, в частности Чаганское месторождение с запасами 4,4 млрд т; Перелюбское – 3,75 млрд т; Коцебинское – 4,1 млрд т; Кашпирское – 2,17 млрд т. В настоящее время суммарные запасы бассейна оцениваются в 55,26 млрд т в пересчете на углеводородное сырье, это более 5,5 млрд т тяжелой сланцевой нефти и более 16,5 трлн кубометров сланцевого газа [4].

Инициатором и энтузиастом в освоении высокосернистых сланцев Поволжья выступал проф. В.Г. Каширский (Саратовский государственный технический университет). Как известно, впервые в истории отечественной энергетики горючие сланцы Поволжья с 1936 по 1956 г. осваивали как топливо для производства электроэнергии в г. Саратове на Саратовской ТЭЦ-2, построенной по плану ГОЭЛРО. В 1991 г. прекратила использование сланца Кашпирского месторождения, перейдя на газ, Сызранская ТЭЦ при сланцеперерабатывающем заводе (СПЗ). В обоих случаях переход на другое топливо – природный газ – диктовался экологическими требованиями по выбросам в окружающую среду.

### Металлургическое сырье – магниевые соли

Наиболее крупные скопления бишофита ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) обнаружены в кунгурских отложениях Приволжской моноклинали, где суммарная толщина продуктивных пластов дос-

### Состав органического вещества горючих сланцев Поволжья

Месторождение	Состав керогена, %				
	С	Н	S	N	O
Савельевское	62,8	7,9	9,7	0,5	19,6
Перелюбское	68,1	9,2	11,0	2,5	10,3
Коцебинское	65,0	8,2	8,4	1,7	15,2
Общий Сырт.	67,0	8,0	7,7	1,7	12,4

Примечание. Источник: [5].

тигает 98 м [7]. Главным породообразующим минералом продуктивной толщи является бишофит (86–98 %); в примеси отмечается карналлит (0,1–3,9 %), галит (0,5–2,5%), ангидрит (0,04–0,7%), кизерит (0,03–5%). Структура породы тонко-мелкокристаллическая, текстура массивная со слабым признаком слоистости. Галитовые и карналлитовые примеси образуют тонкие (до нескольких сантиметров) прослойки или гнезда. Средневзвешенное содержание в %: Mg – 11,71 %, Ca – 0,16 %, K – 0,20 %,  $SO_4$  – 0,37 %, Cl – 33,9 %, Br – 0,79 %, B – 0,1 %,  $B_2O_3$  – 0,21 %. Среднее содержание собственно бишофита в породе составляет 96 %, ( $MgCl_2$  – 46 %). Наличие бора отмечено по пробам из скважины в виде растворимого соединения  $B_2O_3$  и нерастворимых минералов борацита и хильгардита. Концентрация брома в растворе бишофита – 3–12 кг/м<sup>3</sup>, что почти в 4 раза превышает его содержание в Мертвом море, откуда добывается основное количество брома в мире.

Степень изученности Поволжского бишофитоносного бассейна скважинами позволила оценить прогнозные ресурсы полезного ископаемого в размере 54,5 млрд т. Кроме уже известных месторождений: Светлоярского, Наримановского и Городищенского, с общими запасами сырья порядка 250 млн т, при необходимости могут быть выделены участки, разбуренность которых и установленная при этом выдержанность бишофитовой залежи, позволяет обосновать запасы бишофита по промышленным категориям В+С<sub>1</sub> [7].

### Химическое сырье – сера

Астраханское газоконденсатное месторождение (далее – АГКМ) является крупнейшим в мире скоплением восстановленной серы, среднее содержание сероводорода в газе составляет 25 % при общих запасах серы около 1,5 млрд тонн. Месторождение открыто в 1976 году, в опытно-промышленную экс-

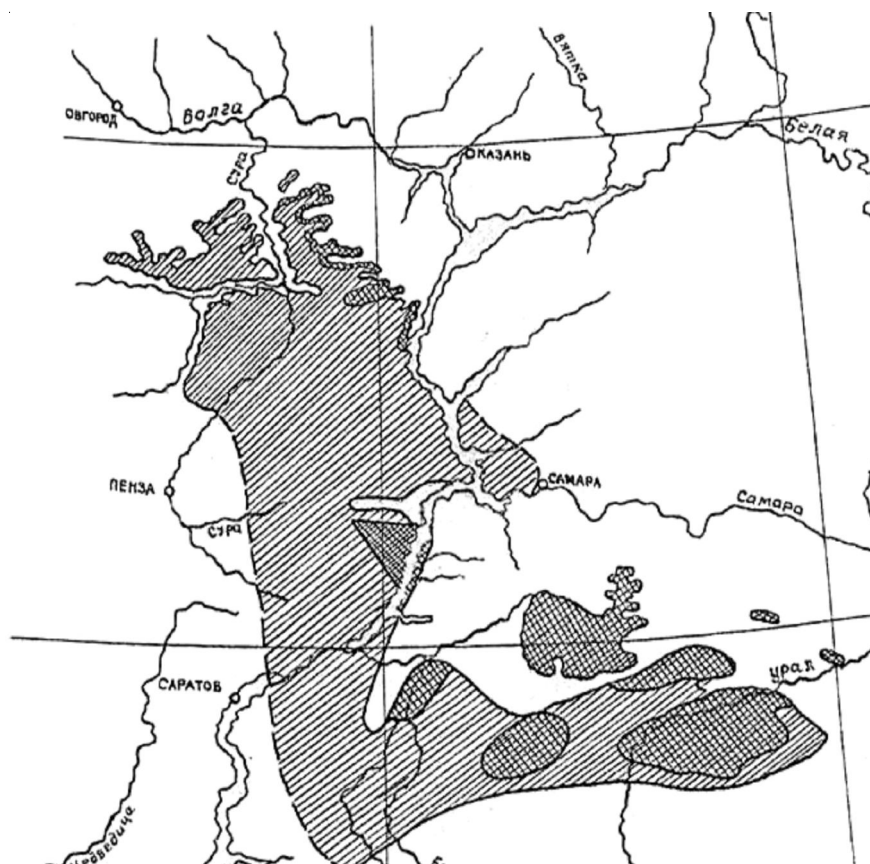


Рис. 1. Распространение горючих сланцев в Волжском регионе

Примечание. Основные месторождения заштрихованы в клетку.

платацию введено в декабре 1986 года. Месторождение расположено на левобережье Волги, в Волго-Ахтубинской пойме и на правобережье. Размеры месторождения 100×40 км (рис. 2).

Основные проблемы разработки Астраханского месторождения связаны с большой глубиной залегания (более 4000 м), аномально высоким пластовым давлением (около 63 МПа), сложным составом природного газа, содержащего значительное количество неуглеводородных коррозионно-активных компонентов (до 25 %  $H_2S$  и 16 %  $CO_2$ ), повышенным содержанием конденсата, расположением части месторождения в пойменной зоне. Разработка левобережного участка АГКМ, которая ведется Газпромом.

В 2007 г. нефтяная компания ЛУКОЙЛ приобрела Пойменный участок АГКМ. Приобретение газоносного участка в центральной части Астраханского свода существенно увеличивает ресурсную базу Компании, однако ставит ряд сложных технологических задач при освоении этого месторождения. Основные проблемы связаны с гидрологическим режимом Волги – подъем уровня на 5–6 м в период половодья с затоплением основной части поймы. В отличие от уже освоенного левобережного участка, Пойменный участок (Центрально-Астраханское месторождение) расположен в природоохранной зоне мирового зна-

чения, поэтому вопросам безопасности и экологическому контролю должно придаваться особое внимание.

### Технологии освоения

**Сланцы.** Существует два способа освоения месторождений горючих сланцев: шахтная добыча с последующей перегонкой породы на поверхности и нагревание породы в естественном залегании с последующим отбором сланцевой смолы скважинами. Экономическая целесообразность каждого варианта зависит от условий залегания, свойств органического вещества, технологии извлечения углеводородов и экологических последствий освоения. Возможны различные варианты, которые улучшают технологические и экономические показатели процессов: предварительное нагревание, газификация углерода на переработанном сланце, рециркуляция газа и др.

В штате Колорадо компания Shell провела полевые исследования новой технологии, процесса переработки в естественном залегании. В исследованиях используются нагреватели, устанавливаемые в источнике горючего сланца, которые медленно, за 3–4 года, нагревают его до 370 °С. С помощью этой технологии вырабатываются легкие жидкие углеводороды и газы, которые практически не содержат тяжелых фракций, при этом под землей остается уголь с



Рис. 2. Астраханское газосероконденсатное месторождение

очень низким содержанием водорода. Замороженная стена, окружающая нагретую зону, используется для предотвращения проникновения воды и локализации продукции.

Необходимость потребления значительного количества тепла для перегонки сланцев – серьезный экономический фактор, влияющий на стоимость конечного продукта. В связи с этим предлагается использовать технологии атомной энергетики для нагрева значительных объемов породы [6].

Использование водорода для обогащения продуктов перегонки имеет хорошие перспективы. Сверхкритический растворитель с донорной примесью водорода преобразует кероген в горючем сланце в транспортную синтетическую сырую нефть при температуре примерно 450 °С. Полученная нефть затем извлекается в сверхкритических условиях, оставляя обезвоженный нетоксичный остаток. Из остатка можно также извлечь неорганические компоненты, характерные для каждого горючего сланца, такие, как окислы металла или кальцинированная сода, после чего конечный остаток можно также использовать для производства портландцемента.

Уникальный разведанный потенциал альтернативного углеводородного сырья, расположенного в Европейской части России до настоящего времени не востребован по причине особенности геологических разрезов месторождений: мощность пластов колеблется от 0,3 до 0,9 м, мощность межпластовых глин от 2,5 м до 4 м. Разрабатывать такие месторождения традиционным шахтным способом не рентабельно с экономической стороны и не допустимо с экологической. На каждую тонну добытого ископаемого нужно будет добывать 4–5 т пустой межсланцевой породы, разместить в отвалах, которые в последствии будут выделять  $H_2S$ .

Специалисты ООО «Перелюбская горная компания» разработали технологию бесшахтной добычи твердых полезных ископаемых на месторождениях любой категории сложности с различной величиной запасов, включая мелкие и мельчайшие, геологический разрез которых, представлен тонкими и очень тонкими продуктивными пластами. Разработки защищены патентами на изобретение и полезную модель РФ [4].

Экологические ограничения препятствуют применению сланцев Поволжья в качестве топлива при их сжигании в традиционных шахтно-мельничных топках или пылеугольном факеле. Однако разработанные СПГУ новые топки позволяют осуществить этот процесс, так как при сжигании в них волжского сланца содержание сернистого ангидрида в дымовых газах не превышает санитарно допустимых норм.

Есть еще одно важное и интересное направление использования сланцев Поволжья – получение ценных сераорганических соединений. С 30-х гг. в г. Сызрани работает сланце-перерабатывающий завод, использующий в своей технологии высокосернистые сланцы. Сегодня этот завод в Сызрани – единственный в России производитель ценных лекарственных средств природного происхождения – ихтиола и натрия – ихтиола [3].

В настоящее время тиофеновый концентрат дефицитен. Он производится ограниченным числом фирм: США, Великобритания, Нидерланды и в некоторых азиатских государствах. Наиболее крупный производитель – Соединенные Штаты. По приблизительной оценке, общий объем мирового производства тоннажного тиофенового концентрата составляет в настоящее время около 10–12 тыс. т в год, а потребность в нем вдвое выше. Средний уровень мировых цен на этот продукт составляет 6–10 долл. за 1 кг. Реактивный тиофен (98–99 % чистоты) производит значительно большее количество фирм. В основном это фармацевтические компании, производители реактивов, диагностических биопрепаратов и т. п. (США, Германия, Великобритания, Нидерланды, Франция, Италия, Швейцария, Япония, Республика Корея, Индия и др.).

Чистый тиофен и его производные являются малотоннажными продуктами. Объемы их производства могут варьироваться от десятков кг до нескольких тонн. Цены на тиофен у различных фирм от 60 до 100 долл. за 1 кг. Производные тиофена еще более дороги. В частности, тиофен-2-ацетонитрил может стоить более 1000 долл. за 1 кг.

Учитывая потребности рынка РФ и СНГ в тиофене (2000 т/год), выпуск этих соединений является коммерчески выгодным. Достаточно сказать, что Япония, Южная Корея,

Германия, Италия, Франция и др. импортируют от 100 до 500 т ежегодно тиофеновых соединений, в дополнение к производимым самими.

Запасы высокосернистых сланцев РФ способны удовлетворить практически все мировые потребности в тиофеновом сырье, тиофеновом концентрате, которые можно получать путем их пиролиза. В настоящее время промышленностью освоены далеко не все направления использования горючих сланцев. Перспективными направлениями являются получение композиционных материалов и сорбентов. В то же время следует учитывать сложные экологические проблемы, которые возникают при переработке горючих сланцев.

**Бишофит.** Ограниченный объем бишофитового рассола, потребляемого до настоящего времени в его естественном природном виде, полностью удовлетворяется действующими одиночными скважинами со сравнительно наибольшим прерывистым отбором сырья. Соответственно, вопросы технологии добычи бишофита в промышленных масштабах, при весьма несложном способе отбора его рассолов в этих скважинах, не являлись злободневными.

Наиболее эффективное использование бишофита – это его глубокая переработка с получением металлического магния, оксида магния и брома и, на базе этих производных, организация соответствующих предприятий по выпуску легких сплавов, широкого ассортимента бромпроизводных и т. п. Такое направление, полагают С.А.Свидзинский и Г.А. Московский [7] предопределяет безусловный экономический успех потенциальных производителей, так как современная выработка отмеченных продуктов из морской воды (Япония, Великобритания, США), озерных рассолов (США), рассолов Мертвого моря (Израиль, Иордания), сравнительно высокочрезвычайно затратна в связи с низким содержанием магния и брома во всех этих источниках сырья; производство же, основанное на переработке твердых полезных ископаемых, таких как магнезит, доломит, бурсит и т. п. (Китай, Россия), не способно обеспечивать окись магния высокой чистоты.

Наличие производственных структур (Волгоградский алюминиевый завод) и энергетических мощностей (Волжская ГЭС) позво-

лит сравнительно легко организовать производство металлического магния в Волгограде.

Таким образом возможности эффективного использования бишофита в народном хозяйстве исключительно широки, однако основное направление связывается с крупнотоннажным производством магния и брома. Годовая потребность России в бrome оценивается в 20–25 тыс. т, она удовлетворяется в основном за счет импорта из США и Израиля.

Наибольшее применение для соединений на основе брома приходится на производство бромированных антипиренов, на которые приходится около половины от общего мирового потребления [2]. Бромированные соединения также могут быть добавлены в такие материалы, как пластмасса, без изменения ее свойств. В результате они могут использоваться во многих приложениях. Высокоэффективные бромированные антипирены используются во множестве материалов, включая текстиль, электронику, строительные материалы, пластмассы и пены. Их используют для пропитки тканей, изделий из древесины и пластмасс, производства негорючих красок [5]. В качестве антипиренов применяются, в основном, ароматические бромпроизводные: дибромстирол, тетрабромфталевоый ангидрид, декабромдифенилоксид, 2,4,6-трибромфенол и другие. Бромхлорметан используется в качестве наполнителя огнетушителей, предназначенных для тушения электропроводки.

Следует иметь в виду, что неконтролируемое выщелачивание солей сопряжено с существенными рисками нарушения устойчивости горного массива, что наблюдается на практике в ряде стран. Инженерно-геологическая составляющая проектов приобретает особое значение, особенно при больших отборах бишофита. В настоящее время отсутствует система контроля за разработкой существующих месторождений, что является ненормальным с учетом необходимости отбора значительного объема сырья в течение длительного времени. Проседание горного массива может привести к катастрофическим последствиям. Необходимо провести анализ разработки Городищенского и Светлоярского месторождений с учетом динамики выщелачивания солей и качества продукции. Высокоточное нивелирование поверхности должно

быть организовано на территории месторождений.

**Сера.** Проблема переработки высокосернистого газа усложняется наличием в газе высокой концентрации  $\text{CO}_2$ , сероорганических соединений (меркаптаны,  $\text{COS}$ ,  $\text{CS}_2$  и т. д.), тяжелых углеводородов, что ставит серьезные научно-технические проблемы перед научно-исследовательскими, конструкторскими, проектными организациями газовой промышленности и смежных отраслей.

Эксплуатация АГКМ проходит в осложненных условиях, обусловленных низкой продуктивностью коллекторов, высокими депрессиями на пласт, повышенной коррозионной агрессивностью и токсичностью газа, гидратообразованием, выпадением конденсата в пласте, возможным сероотложением в пласте и коммуникациях.

Астраханский ГПЗ состоит из двух одинаковых очередей. Производительность каждой очереди составляет по газу сепарации – 6 млрд  $\text{м}^3/\text{год}$ , по нестабильному конденсату – 2,208 млн т/год, по сере – 2,25 млн т/год, по сере – 2,25 млн т/год.

Выполненный анализ способов разработки высокосернистых месторождений показал, что одним из таких способов является способ с обратной закачкой кислых компонентов природного газа в выработанные или изолированные пласты. При этом существенно снижается количество вредных выбросов в атмосферу, а также исключаются проблемы, связанные с хранением больших объемов серной продукции. Отбор конденсата с последующей закачкой сухого газа в пласт позволит обойтись без установок очистки и переработки газа на Центрально-Астраханском месторождении. Схема предложена в нашей работе [1] для Астраханского месторождения, но не была принята, так как комплекс был уже запроектирован, а сайклинг-процесс не прижился в России по ряду причин. Схема выгодна для Центрально-Астраханского месторождения, особенно на первом этапе освоения, когда не построены установки обессернивания. Схема позволяет осуществить в благоприятном экологическом режиме освоения скважин и начать опытную разработку месторождения.

Основные трудности связаны с наличием компрессорного оборудования для работы

в агрессивной газовой среде. Для оценки схемы необходимо также проработать мировой опыт применения сайклинг-процесса.

Использование криогенных технологий для извлечения  $\text{H}_2\text{S}$  с последующим транспортом его в жидком виде. Схема полностью инновационная и ее реализация зависит как от оформления процесса, так и от наличия потребителей жидкого сероводорода. В 70-х гг. в США была предпринята попытка производства и продажи жидкого сероводорода в промышленном масштабе. Предприятие функционировало несколько лет. По всей видимости, технология не получила распространения.

В настоящее время возможности такого производства значительно расширяются в связи с развитием криогенных технологий, а также с развитием транспорта сжиженного природного газа в качестве приоритетного направления.

На Астраханском газоперерабатывающем заводе сероводород перерабатывается с целью получения элементарной серы по методу Клауса. Однако этот процесс не ограничивает возможности использования  $\text{H}_2\text{S}$ , который является ценным сырьем для синтеза разнообразных серосодержащих соединений. К ним относятся: тиопираны, тиопирилевые соли, тиофен, тиофенолы, тиокрезолы, алкантиолы, широко применяемые в медицине, парфюмерии, биохимии, фотохимии, и химии красителей, в качестве регуляторов и стабилизаторов реакций полимеризации в пищевой промышленности, в производстве пестицидов и гербицидов. Многообразие продуктов органического синтеза с участием  $\text{H}_2\text{S}$  и их большая роль в различных отраслях промышленности подчеркивают актуальность проблемы изучения механизма реакций, в которых  $\text{H}_2\text{S}$  выступает в роли основного реагента.

Особое внимание следует обратить на процессы разложения сероводорода с получением серы и водорода. К ним относятся плазменная диссоциация  $\text{H}_2\text{S}$  и электролиз растворов сероводорода. Технологическое оформление этих процессов позволило бы решить проблемы освоения месторождений сернистых газов на другом уровне и создало бы базу для крупнотоннажного производства водорода.



### Заключение

Развитие производительных сил Нижнего Поволжья требует целенаправленных исследований наиболее значимых природных ресурсов региона с точки зрения условий залегания, величины запасов и их распределения, условий разработки и проблем освоения. Для решения этих проблем необходимо оценить возможность использования современных технологий для их освоения, провести предпроектный анализ рисков и оценить целесообразность, характер и степень участия предприятий региона в освоении месторождений.

В настоящее время в Нижневолжском регионе активно осваивается только Астраханское газосерооконденсатное месторождение с добычей элементной серы, которая затем используется для производства серной кислоты и, далее, для производства фосфорных удобрений на территории региона.

Освоение месторождений горючих сланцев, ограничивается, в лучшем случае, обсуждением перспектив использования, при полном отсутствии интереса у потенциальных инвесторов. Опыт Эстонии показывает, что сланцеперерабатывающая промышленность может стать важным компонентом экономического развития территории при грамотном техническом и организационном подходе.

Создание Волгоградского бром-магниевого кластера пока находится в зачаточном состоянии, хотя он может стать толчком для развития многих высокотехнологичных отраслей страны. Производство металлического магния необходимо для развития автомобильной и авиационной промышленности, а производство брома для приготовления высококачественных пластмасс. При благоприятных результатах технико-экономического анализа создания Волгоградского бром-магниевого кластера он может получить статус Национального Проекта с соответствующими экономическими преференциями для региона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов, Л. А. Геология, разведка и разработка залежей сернистых газов / Л. А. Анисимов, А. Г. Потапов. – М. : Недра, 1983. – 197 с.

2. Анисимов, Л. А. Волгоградский бром-магниевого кластер / Л. А. Анисимов // Недр Поволжья и Прикаспия. – 2021. – Вып. 103. – С. 4–10.

3. Блохин, А. И. Пора заняться горючими сланцами / А. И. Блохин, Г. П. Стельмах, М. С. Петров // ТЭК. – 2002. – № 2. – С. 43–46.

4. Илясов, В. Н. Вовлечение в хозяйственную деятельность потенциала Волжского сланцевого бассейна как альтернатива жидким и газообразным углеводородам на базе новой технологии добычи / В. Н. Илясов // Природные битумы и тяжелые нефти. – СПб. : Недра, 2006. – С. 479–481.

5. Каширский, В. Г. Горючие сланцы Поволжья и их значение для экономики Саратовской области / В. Г. Каширский, А. А. Коваль. – Саратов : Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2002. – 53 с.

6. Кларк, Д. Перспективы использования ядерной энергии для переработки горючих сланцев / Д. Кларк // Oil&Gas Journal Russia. – 2006. – № 11. – С. 107–110.

7. Свидзинский, С. А. Поволжский бишофитоносный бассейн. Строение, условия образования, геолого-промышленная оценка / С. А. Свидзинский, Г. А. Московский. – Саратов : Науч. кн., 2004. – 104 с.

### REFERENCES

1. Anisimov L.A., Potapov A.G. *Geologiya, razvedka i razrabotka zalezhey sernistykh gazov* [Geology, Exploration and Development of Sulfur Gas Deposits]. Moscow, Nedra Publ., 1983. 197 p.

2. Anisimov L.A. *Volgogradskiy brom-magnievyy klaster* [Volgograd Bromine-Magnesium Cluster]. *Nedra Povolzhya i Prikaspiya* [The Geology of the Volga Region and the Caspian Sea], 2021, iss. 103, pp. 4-10.

3. Blokhin A.I., Stelmakh G.P., Petrov M.S. *Pora zanyatsya goryuchimi slantsami* [It's Time to Deal With Oil Shales]. *TEK* [Fuel and Energy Complex], 2002, no. 2, pp. 43-46.

4. Ilyasov V.N. *Vovlechenie v khozyaystvennyuyu deyatel'nost' potentsiala Volzhskogo slantseвого basseyna kak alternativa zhidkim i gazoobraznym uglevodorodam na baze novoy tekhnologii dobychi* [Involvement in Economic Activity of the Potential of the Volga Oil Shale Basin as an Alternative to Liquid and Gaseous Hydrocarbons Based on a New Production Technology]. *Prirodnye bitумы i tyazhelye nef'ti* [Natural Bitumen and Heavy Oil]. Saint Petersburg, Nedra Publ., 2006, pp. 479-481.

5. Kashirskiy V.G., Koval A.A. *Goryuchie slantsy Povolzh'ya i ikh znachenie dlya ekonomiki Saratovskoy oblasti* [Combustible Shales of the Volga Region and Their Significance for the Economy of the

Saratov Region]. Saratov, Izd-vo Sarat. gos. tekhn. un-ta, 2002. 53 p.

6. Clark D. Perspektivy ispolzovaniya yadernoy energii dlya pererabotki goryuchikh slantsev [Prospects for the Use of Nuclear Energy for the Processing of Oil Shale]. *Oil&Gas Journal Russia*, 2006, no. 11, pp. 107-110.

7. Svidzinsky S.A. Moskovsky G.A. *Povolzhskiy bishofitonosnyy basseyn. Stroenie, usloviya obrazovaniya, geologo-promyshlennaya otsenka* [Volga Bischofite-Bearing Basin. Structure, Conditions of Formation, Geological and Industrial Assessment]. Saratov, Nauch. kn. Publ., 2004. 104 p.

### Information About the Author

**Leonid A. Anisimov**, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, [anisimov@volsu.ru](mailto:anisimov@volsu.ru)

### Информация об авторе

**Леонид Алексеевич Анисимов**, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [anisimov@volsu.ru](mailto:anisimov@volsu.ru)



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.6>

UDC 502.5:574.42

LBC 26.8

## REVEGETATION ANALYSIS WITHIN THE SHURUPOV QUARRIES BASED ON REMOTE SENSING DATA

**Natalya M. Khavanskaya**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Arina V. Novochadova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The article presents an analysis of restoration processes within two quarries located in the north-west of the Shurupovskiy Khutor in the Frolovskiy district of the Volgograd region. The described methods of revegetation analysis within the quarry-dump complexes included images from the USGS Earth Explorer portal (US Geological Survey). The Landsat-5 TM satellite images were used in July 2007, Landsat 8 OLI\_TIRS was used in July 2015, and Landsat 9 OLI\_TIRS described the status in July 2022. Using the ArcGIS geoinformation system 10.3.1, we considered multispectral images of different times and calculated the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for 2007, 2015, and 2022. As a second index, we calculated the NDVI trend for 2007–2015 and 2015–2022. Based on the results of interpretation, the assessment of changes in the vegetation cover of quarry-dump complexes was carried out. As a result, it was revealed that the vegetation cover of quarries demonstrated different restoration pathways despite their close territorial location. By 2022, the NDVI of the eastern quarry did not exceed 0.2, and the NDVI of the western quarry increased to 0.5. However, in general, there is a positive NDVI trend in the territories of both quarries. Resulting from the data obtained, NDVI maps and NDVI trend maps for the studied quarries were prepared. Tables for calculating changes in the areas of flooding and vegetation cover of the Shurupov quarries for 2007, 2015, and 2022 were created in MS Excel.

**Key words:** quarry-dump complexes, vegetation cover, GIS technologies, NDVI, Volgograd region.

**Citation.** Khavanskaya N.M., Novochadova A.V. Revegetation Analysis Within the Shurupov Quarries Based on Remote Sensing Data. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 13, no. 2, pp. 58–66. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.6>

УДК 502.5:574.42

ББК 26.8

## АНАЛИЗ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПРЕДЕЛАХ ШУРУПОВСКИХ КАРЬЕРОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**Наталья Михайловна Хаванская**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Арина Валерьевна Новочадова**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье проанализированы восстановительные процессы в пределах двух карьеров, расположенных на северо-западе от хутора Шуруповский Фроловского района Волгоградской области. Представлена методика анализа восстановительных процессов растительного покрова в пределах карьерно-отвальных комплексов. Для анализа использовались снимки с портала Earth Explorer USGS (Геологическая

служба США). Скачивались снимки со спутника Landsat 5 с сенсором TM за июль 2007 г., Landsat 8 с сенсором OLI\_TIRS за июль 2015 г., Landsat 9 с сенсором OLI\_TIRS за июль 2022 года. С помощью геоинформационной системы ArcGIS версии 10.3.1 были рассмотрены разновременные мультиспектральные снимки и был проведен расчет вегетационного индекса NDVI за 2007, 2015 и 2022. Дополнительно был рассчитан тренд изменений вегетационного индекса NDVI за 2007–2015 и 2015–2022 годы. По результатам дешифрирования проведена оценка изменений растительного покрова карьерно-отвальных комплексов. Было выявлено, что растительный покров карьеров, несмотря на близкую территориальную расположенность, восстанавливается по-разному. К 2022 г. вегетационный индекс NDVI восточного карьера не превышал 0,2, а вегетационный индекс NDVI западного карьера возрос до 0,5. В целом можно говорить о позитивном тренде индекса NDVI на территориях обоих карьеров. По полученным данным подготовлены карты вегетационного индекса NDVI и трендов его изменений по исследуемым карьерам. В MS Excel были созданы таблицы расчета изменения площадей затопления и растительного покрова Шуруповских карьеров за 2007, 2015, 2022 годы.

**Ключевые слова:** карьерно-отвальные комплексы, растительный покров, ГИС-технологии, NDVI, Волгоградская область.

**Цитирование.** Хаванская Н. М., Новочадова А. В. Анализ восстановления растительного покрова в пределах Шуруповских карьеров на основе данных дистанционного зондирования // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 58–66. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.6>

## Введение

Рассматриваемые карьеры расположены во Фроловском районе Волгоградской области, вблизи хутора Шуруповский. В тектоническом отношении они относятся к Донскому куполу Доно-Медведицких дислокаций – крупному антиклинальному сооружению, которое образовано мощной толщей скальных пород карбона, обнажающихся по правобережью Дона между станицами Перекопской и Сиротинской, и Арчединско-Донских поднятий Доно-Медведицкого вала. Геоморфологический район – Арчединское аккумулятивно-денудационное плато [6; 8].

В неоген-четвертичное время эта часть Доно-Медведицкого вала испытала интенсивное поднятие, размах которого составил до 600 м. Благодаря этому на поверхности обнажились карбонатные породы верхнего и среднего карбона, которые сформировали месторождения известняка [3; 4].

Шуруповский участок состоит из 5 известняковых карьеров. Разработка в карьерах началась в 1960 году. Суммарное время эксплуатации  $\approx 43$  года. Во избежание затопления жилых массивов города при разливе реки Арчеда, 10–15 апреля 2003 г. во время пропуска паводковых вод были затоплены отработанные и действующие забои Шуруповского карьера. К юго-западу от хутора Шуруповский расположен действующий карьер, а на севере – четыре отработанных и затопленных карьера, на северо-западе от хутора есть еще два карьера, которые были затоплены не полностью. Площадь

карьеров  $\approx 232\,173\text{ м}^2$  и  $\approx 149\,282\text{ м}^2$ . На данный момент в бортах карьерных выемок развиваются карстовые процессы с образованием форм карстового микрорельефа [5; 9; 12].

Целью настоящей работы является анализ восстановительных процессов растительного покрова в пределах полузатопленных карьеров хутора Шуруповский методом расчета показателей нормализованного вегетационного индекса растительности NDVI и трендов его изменения.

## Материалы и методы исследования

Процессы моделирования данных для анализа проходили в двух программах – геоинформационной системе ArcGIS 10.3.1 и в программе для работы с электронными таблицами MS Excel.

Материалами для нашего исследования выступали разновременные снимки спутника Landsat 5 с сенсором TM (июль 2007 г.) и Landsat 8, 9 с сенсором OLI\_TIRS (июль 2015, 2022 гг. соответственно), взятые с портала геологической службы США USGS (United States Geological Survey) в разделе EarthExplorer [13]. Пространственное разрешение полученных снимков – 30 метров. Данное разрешение нам подходит, так как охваты карьеров 504 м на 806 м и 452 м на 509 м.

Для векторизации объекта мы дешифрировали снимки в синтезе SWIR-NIR-RED (каналы 5-4-3 для Landsat 5, каналы 6-5-4 для Landsat 8, 9). Открытая порода в карьерах по добыче

известняка имеет ярко-белый цвет [11]. Снимки были взяты за 2007 (закрытие карьера было в 2003 г. [9]), 2015 и 2022 годы.

Основным методом анализа восстановления растительного покрова стал расчет показателей нормализованного вегетационного индекса растительности NDVI, а также расчет трендов его изменения за представленные года. Работа со снимками проводилась в программном комплексе ArcGIS. Расчет индекса NDVI основан на спектральных свойствах растительности. Значения индекса находятся в пределах от -1 до 1. Для растительности характерны значения от 0,2 до 1. Значения близкие к нулю относятся к водным и антропогенным объектам [10].

Для расчета NDVI используется функционал ArcToolbox – набор инструментов «Spatial Analyst» – «Алгебра карт» – утилита «Калькулятор растра» и формула

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

где NIR – инфракрасный канал; RED – красный канал [1] (табл. 1).

Сопоставление значений вегетационного индекса за 2007, 2015 и 2022 гг. производилось при помощи утилиты «Калькулятор растра».

С помощью вычитания растров индекса NDVI ближайших годов мы смогли определить тенденции изменения его значений.

Для ранжирования полученных трендов использовалась следующая методика:

- а) устойчивый негативный тренд (<0,005);
- б) значимый негативный тренд (-0,005–(-0,0003));
- в) тренд отсутствует (-0,0003–0,0003);
- г) значимый позитивный тренд (0,0003–0,005);
- д) устойчивый позитивный тренд (>0,005) [2; 14].

### Результаты и обсуждение

По результатам дешифрирования снимков за 2007, 2015 и 2022 гг. можно увидеть, как изменилась зона затопления карьеров с 2007 по 2022 г. (рис. 1). Добычные породы карьера дешифрируются как ярко-белый цвет, зона затопления – бордовым.

Оцифровав зону затопления за 2007, 2010 и 2022 гг., мы высчитали площади зон затопления. Далее внесли данные в таблицу MS Excel и рассчитали процент изменений площадей затопления с 2007 по 2015 г., с 2015 по 2022 г. и суммарный с 2007 по 2022 г. (см. табл. 2).

Таблица 1

Расчет вегетационного индекса NDVI для спутников Landsat 5, 8, 9

Индекс	Landsat 5	Landsat 8, 9
NIR	Band 4	Band 5
RED	Band 3	Band 4
NDVI	$\frac{(Band\ 4 - Band\ 3)}{(Band\ 4 + Band\ 3)}$	$\frac{(Band\ 5 - Band\ 4)}{(Band\ 5 + Band\ 4)}$

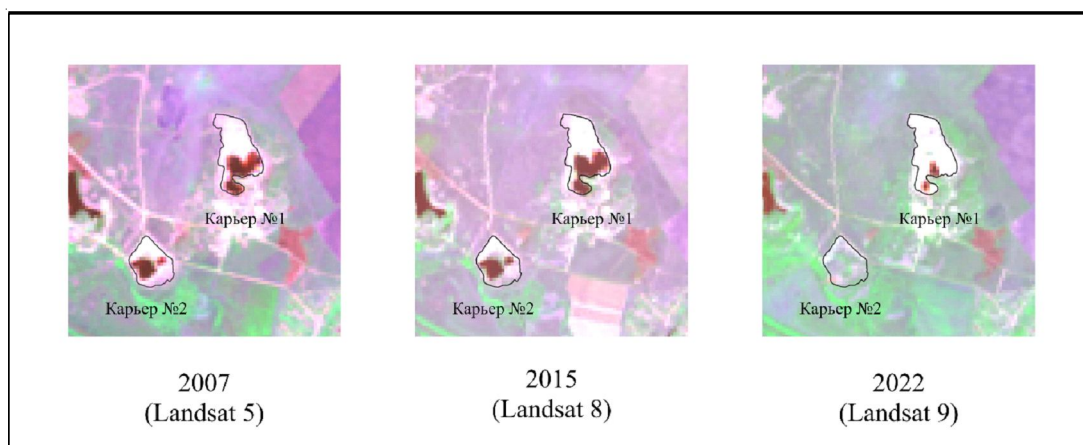


Рис. 1. Результаты дешифрирования снимков за 2007, 2015 и 2022 гг.

С 2007 по 2015 г. сильных изменений на снимках не наблюдается. Можно заметить, что в карьере № 1 площадь зоны затопления незначительно уменьшается с 58 626 м<sup>2</sup> до 56 367 м<sup>2</sup> (-3,8%). В карьере № 2 площадь зоны затопления значительно сократилась с 30 032 м<sup>2</sup> до 20 450 м<sup>2</sup> (-31,9%) и вблизи начинает образовываться растительность.

С 2015 по 2022 г. происходят сильные изменения. В карьере № 1 зона затопления значительно уменьшается до 11 023 м<sup>2</sup> (-80,4%), а в карьере № 2 полностью исчезает. Карьер № 2 уже не дешифрируется как карьер, ярко-белый цвет добычных пород сменяется окраской растительного покрова.

Суммарно с 2007 до 2022 г. покрытие зоны затопления карьера № 1 уменьшилась с 25,25 до 4,75 %, то есть площадь сократилась на 81,2%. Покрытие зоны затопления карьера № 2 уменьшилась с 20,12 до 0 %, то есть площадь сократилась на 100 %.

Так как значения коэффициента для растительности определяется в диапазоне от 0,2 до 1, для удобства мы выделили диапазон от -0,1 до 0,2 белым цветом. Значения меньше -0,1 интерпретируется как водный объект. Значения NDVI в пределах Шуруповских карьеров не превышает 0,6 (рис. 2).

В динамике видно, что в карьере № 1 с 2007 по 2015 г. появляется растительность

Таблица 2

**Расчет изменения площадей затопления Шуруповских карьеров за 2007, 2015, 2022 гг.**

Показатель	Карьер № 1 ( $S_K=232\ 173\ \text{м}^2$ )		Карьер № 2 ( $S_K=149\ 282\ \text{м}^2$ )	
	$S_z, \text{м}^2$	$S_z \text{ от } S_K, \%$	$S_z, \text{м}^2$	$S_z \text{ от } S_K, \%$
Площадь:				
2007 г.	58 626	25,25	30 032	20,12
2015 г.	56 367	24,28	20 450	13,7
2022 г.	11 023	4,75	0	0
Изменение площади, %:				
с 2007 по 2015 г.		-3,8		-31,9
с 2015 по 2022 г.		-80,4		-100
с 2007 по 2022 г.		-81,2		-100

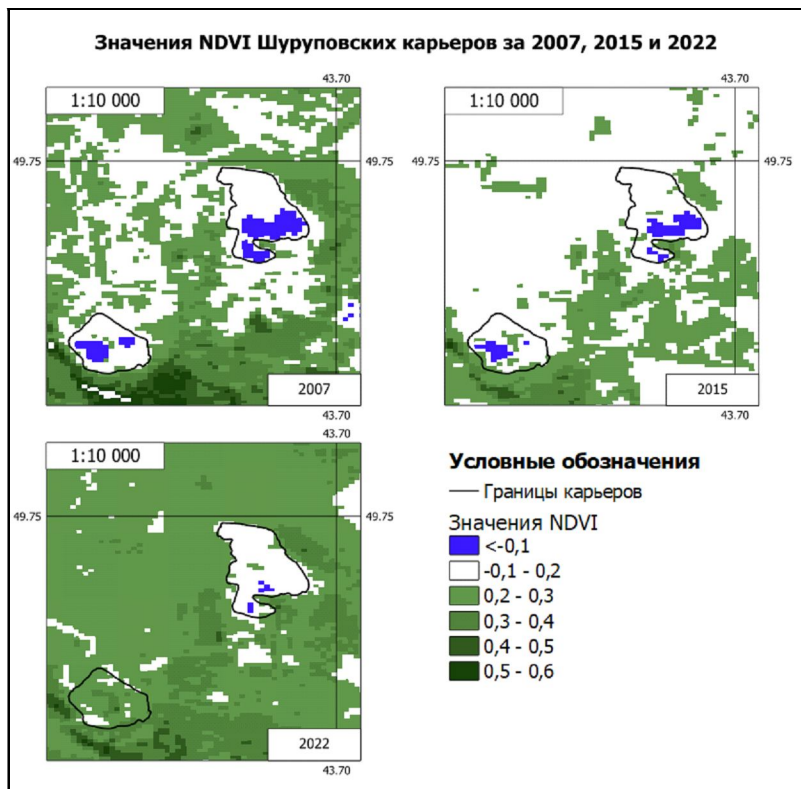


Рис. 2. Значения NDVI Шуруповских карьеров за 2007, 2015 и 2022 гг.



(NDVI 0,2–0,3) в центральной части карьера, на северо-востоке и юго-западе. К 2022 г. растительность пропадает на юго-западе, но появляется на западе карьера. Также видно увеличение площади растительного покрова в центральной и северо-восточной части.

В карьере № 2 мы видим значительные изменения. С 2007 по 2015 г. происходит увеличение площади и изменение формы растительного покрова в центральной и увеличение площади южной части карьера. С 2015 по 2022 г. практически всю территорию карьера занимает растительный покров (NDVI 0,2–0,5).

По картам трендов изменения значений NDVI карьера № 1 можно отметить, что тренд за 2007–2015 гг. носит позитивный характер на всей территории карьера, то есть наблюдается увеличение индекса на более 0,005. Территория, примыкающая к карьеру, наоборот имеет устойчивый негативный тренд вегетативного индекса. Тренд за 2015–2022 гг. получился неоднозначный. В северной, центральной и выборочно южной части карьера тренд негативный. В основном в южной час-

ти карьера тренд устойчиво позитивный. Для удобства на карту были добавлены изолинии значений индекса NDVI и изолинии растительного покрова (NDVI > 0,2). В зонах появления растительного покрова виден позитивный тренд. В северной и центральной части на зону растительности попадает негативный тренд из-за изменения формы растительного покрова. На юго-западной части мы видим исчезновение растительного покрова к 2022 г. и, соответственно, устойчивый негативный тренд. Эти изменения можно отследить, сравнивая изолинии за 2015 и 2022 гг. (рис. 3).

По картам изменения значений NDVI карьера № 2 можно отметить, что тренд за 2007–2015 гг. носит в основе устойчивый позитивный характер на всей территории карьера. Устойчивый негативный тренд наблюдается в центральной части карьера. Территория, примыкающая к карьеру, также имеет устойчивый негативный тренд индекса NDVI, как и карьер № 1. Тренд за 2015–2022 гг. имеет устойчивый позитивный тренд, за исключением южной части карьера. В зонах растительного покрова виден устойчи-

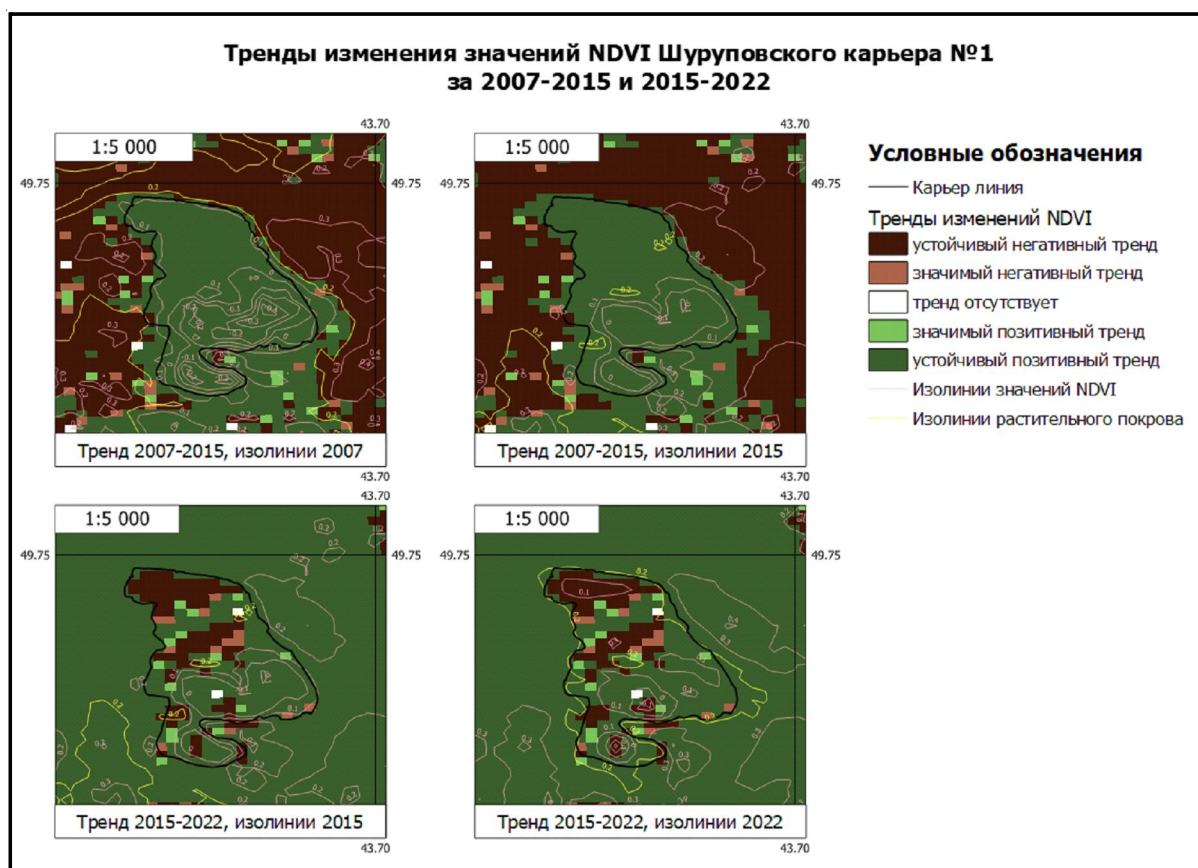


Рис. 3. Тренды изменений значения NDVI Шуруповского карьера № 1 за 2007–2015 и 2015–2022 гг.

вый позитивный тренд. В северной части карьера мы видим небольшую часть значимого негативного тренда, который возник из-за изменения формы растительного покрова (в сравнении изолиний 2015 и 2022 гг.). Также видно, что в этой зоне увеличился вегетационный индекс с 0,2 до 0,3 (рис. 4).

Отражение позитивного или негативно тренда вне зон растительности говорит о повышении или понижении количества биомассы в открытой почве или водной поверхности. Карьер № 1 к 2022 г. так и не обрел полноценный растительный покров в отличие от карьера № 2.

С 2007 по 2015 г. в карьере № 1 появляется растительный покров и его площадь составляет 3519 м<sup>2</sup> (1,52 % от площади карьера). В карьере № 2 площадь растительного покрова значительно увеличилась с 4 414 м<sup>2</sup> до 25 458 м<sup>2</sup> (+476%).

С 2015 по 2022 г. в карьере № 1 площадь растительного покрова увеличивается до 12 005 м<sup>2</sup> (+241%), а в карьере № 2 увеличивается до 133 706 м<sup>2</sup> (+425%).

Суммарно с 2007 до 2022 г. покрытие зоны растительного покрова карьера № 1 увеличилось до 5,17 %. Покрытие зоны растительного покрова карьера № 2 увеличилась с 2,96 до 89,57 % (увеличение площади +2929 %), что говорит о практически полном зарастании карьера (см. табл. 3).

По данным таблицы 3 можно понять, что скорость восстановления растительного покрова у карьеров разная, несмотря на одновременное время затопления. От скорости зарастания и разнообразия флоры зависит процесс почвообразования. Чем медленнее идет естественное зарастание отработанных карьерно-отвалных комплексов, тем слабее выражены процессы восстановления. На скорость естественного зарастания нарушенных участков влияет большое количество факторов:

- расположение по розе ветров нарушенных ландшафтов к ненарушенным экосистемам;
- состав флоры прилегающих ненарушенных ландшафтов;

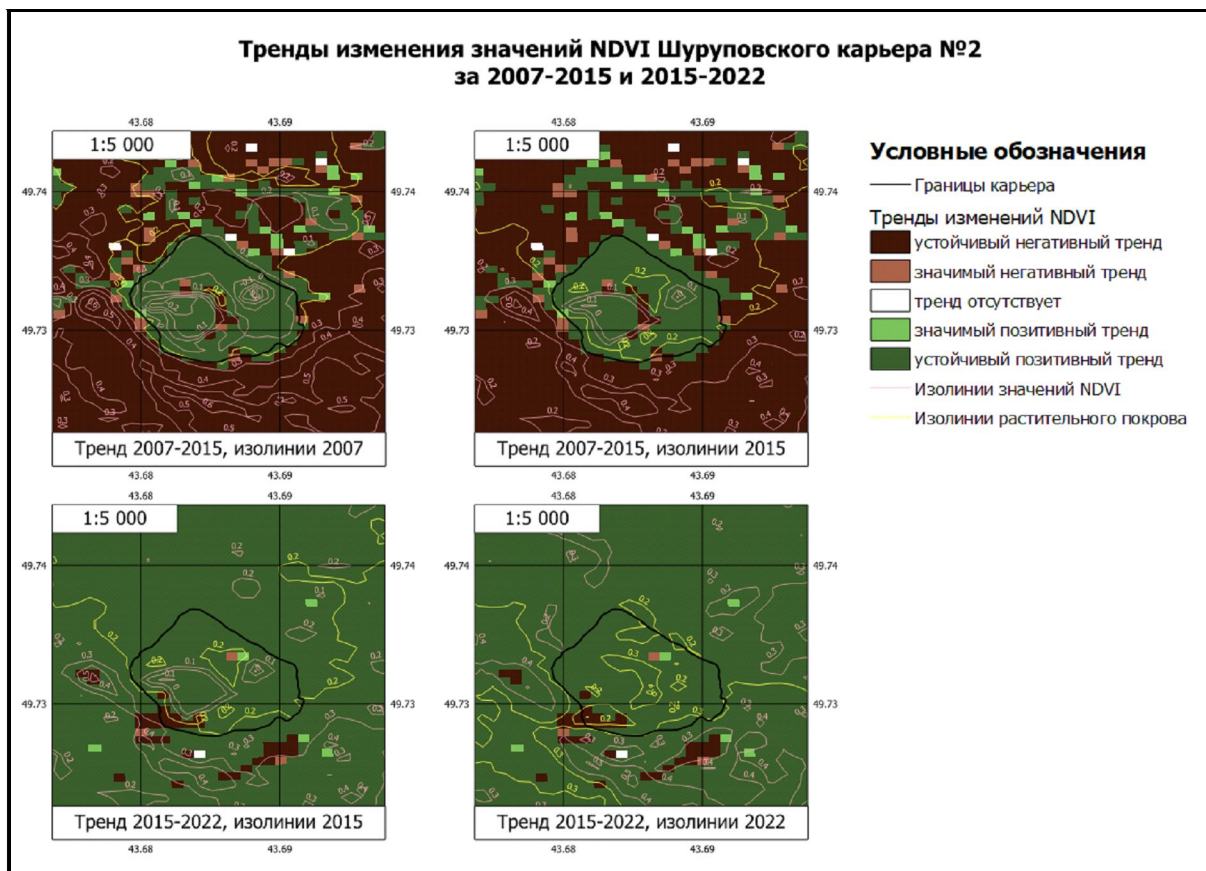


Рис. 4. Тренды изменений значения NDVI Шуруповского карьера № 2 за 2007–2015 и 2015–2022 гг.



- удаленность нарушенных участков от источников обсеменения;
- литологическая неоднородность субстратов;
- свойства пород, вынесенных на дневную поверхность;
- формы, параметры отвалов;
- продолжение антропогенной нагрузки и т. д. [7].

Хотя карьеры и имеют близкое местоположение, скорее всего ряд факторов, перечисленных выше, у карьеров различается. В данной работе анализ данных факторов не представлен.

### Заключение

За 15 лет скорость восстановления растительного покрова карьера № 1 идет значительно медленнее, чем карьера № 2. Это говорит о слабо выраженных процессах восстановления (растительный покров занимает всего 5,17 % территории). В карьере № 2 наблюдаются сильно выраженные процессы восстановления (растительный покров занимает 89,57 % территории).

Проведя анализ восстановительных процессов растительного покрова в пределах ползуатопленных карьеров близ хутора Шуруповский, можно сделать вывод, что к 2022 г. карьер № 1 так и не обрел полноценный растительный покров в отличие от карьера № 2. Это может быть связано с тем, что карьер № 1 является популярным туристическим местом, следовательно, находится под постоянным антропогенным воздействием, тем не менее не исключено и влияние других факторов.

Таким образом, использование данных дистанционного зондирования и ГИС, позволяет не только получить информацию о состоянии растительного покрова нарушенных горными работами земель, но и существенно сократить временные затраты на проведение подобных исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адамович, Т. А. Изучение сезонной динамики вегетационного индекса NDVI по данным Landsat / Т. А. Адамович // Перспективы развития научных исследований в 21 веке : сб. материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Махачкала : [б. и.], 2017. – С. 99–100.
2. Артамонова, С. В. Геоэкологические аспекты классификации техногеосистем медноколчеданных месторождений Оренбургской области / С. В. Артамонова, В. П. Петрищев, А. Ж. Калиев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 12 (118). – С. 190–195.
3. Брылев, В. А. О развитии песчаных верхнемайкопских отложений в волго-донском междуречье и особенностях неотектонического этапа / В. А. Брылев, И. С. Дедова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2015. – № 2. – С. 19–25.
4. Брылев, В. А. Тектонические структуры Волгоградской области / В. А. Брылев, С. И. Пряхин // Волгоградская область: природные условия, ресурсы, хозяйство, население, геоэкологическое состояние : коллектив. моногр. – Волгоград : Перемена, 2011. – С. 34–39.
5. Дьяченко, Н. П. Анализ эколого-геоморфологического состояния карьеров южной части Приволжской возвышенности / Н. П. Дьяченко, Е. С. Юшкова // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, соци-

Таблица 3

### Расчет изменения площадей растительного покрова Шуруповских карьеров за 2007, 2015, 2022 гг.

Показатель	Карьер № 1 ( $S_K = 232\ 173\ \text{м}^2$ )		Карьер № 2 ( $S_K = 149\ 282\ \text{м}^2$ )	
	$S_{\text{рп}}, \text{м}^2$	$S_{\text{рп}} \text{ от } S_K, \%$	$S_{\text{рп}}, \text{м}^2$	$S_{\text{рп}} \text{ от } S_K, \%$
Площадь:				
2007 г.	0	0	4 414	2,96
2015 г.	3 519	1,52	25 458	17,05
2022 г.	12 005	5,17	133 706	89,57
Изменение площади, %:				
с 2007 по 2015 г.	–		476	
с 2015 по 2022 г.	241		425	
с 2007 по 2022 г.	–		2 929	

альный, правовой, экономический и экологический аспекты. В 2 т. Т. 2 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : [б. и.], 2019. – С. 424–430.

6. Дьяченко, Н. П. Эколого-геоморфологические аспекты карьерной добычи на территории Волгоградской области / Н. П. Дьяченко // Грани познания. – 2014. – № 4. – С. 47–53.

7. Козыбаева, Ф. Е. Естественное восстановление растительного покрова, его видовой состав в условиях самозарастания и рекультивации промышленных отвалов рудного месторождения Тишинка ВКО / Ф. Е. Козыбаева, Ю. А. Котухов, Г. Б. Бейсеева [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 4. – С. 53–69.

8. Крупнейшие карьеры Волгоградской области и их геоэкологическое состояние / В. А. Брылев, Н. П. Дьяченко, С. И. Пряхин, Н. М. Серегина // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2007. – № 6. – С. 69–75.

9. По дну древнего моря (история Фроловских забоев) / О. В. Богатова, В. А. Селедкина, Д. А. Безрукова [и др.] // Лучшая молодежная исследовательская группа 2020. – Петрозаводск : Междунар. центр науч. партнерства «Новая Наука», 2020. – С. 62–74.

10. Ряхов, Р. В. Дешифрирование данных дистанционного зондирования как метод анализа восстановительных процессов в пределах карьерно-отвалных ландшафтов / Р. В. Ряхов, С. А. Дубровская, С. Ю. Норейка // Вопросы степеведения. – 2016. – № 13. – С. 74–80.

11. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения : учеб. пособие / А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова. – Пермь : [б. и.], 2020. – 191 с.

12. Администрация городского округа города Фролово. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://frolovoadmin.ru/>

13. Earth Explorer // USGS : official website. – 2023. – Electron text data. – Mode of access: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

14. Satellite-Observed Photosynthetic Trends Across Boreal North America Associated with Climate and Fire Disturbance / S. J. Goetz, A. G. Bunn, G. J. Fiske, R. A. Houghton // PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America). – 2005. – Vol. 102, № 38. – P. 13521–13525. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0506179102>

## REFERENCES

1. Adamovich T.A. Izuchenie sezonnoj dinamiki vegetacionnogo indeksa NDVI po dannym Landsat [Studying the Seasonal Dynamics of the Vegetation Index NDVI According to Landsat Data]. *Perspektivy*

*razvitiya nauchnykh issledovaniy v 21 veke: sb. materialov XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Prospects for the Development of Scientific Research in the 21<sup>st</sup> Century. Collection of Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference]. Makhachkala, s.n., 2017, pp. 99-100.

2. Artamonova S.V., Petrishchev V.P., Kaliev A.Zh. Geoekologicheskie aspekty klassifikatsii tekhnogeosistem mednokolchedannykh mestorozhdenii Orenburgskoi oblasti [Geoecological Aspects of the Classification of Technogeosystems of Copper Pyrite Deposits in the Orenburg Region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 2010, no. 12 (18), pp. 190-195.

3. Brylev V.A., Dedova I.S. O razvitiy peschanykh verkhnamaikopskikh otlozhenii v volgo-donskom mezhdurechye i osobennostyakh neotektonicheskogo etapa [On the Development of Upper Maikop Sandy Deposits in the Volga-Don Interfluvium and Peculiarities of the Neotectonic Stage]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geology], 2015, no. 2, pp. 19-25.

4. Brylev V.A., Pryakhin S.I. Tektonicheskie struktury Volgogradskoi oblasti [Tectonic Structures of Volgograd Region]. *Volgogradskaya oblast: prirodnye usloviya, resursy, khozyaistvo, naselenie, geoekologicheskoe sostoyanie: kollektiv. monogr.* [Volgograd Region: Natural Conditions, Resources, Economy, Population, Geoecological State. Collective Monograph]. Volgograd, Peremena Publ., 2011, pp. 34-39.

5. Dyachenko N.P., Yushkova E.S. Analiz ekologo-geomorfologicheskogo sostoyaniya karyerov yuzhnoi chasti Privolzhskoi vozvyshnosti [Analysis of the Ecological and Geomorphological State of Quarries in the Southern Part of the Volga Upland]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy geograficheskoi nauki: demograficheskii, sotsialnyi, pravovoi, ekonomicheskii i ekologicheskii aspekty. V 2 t. T. 2: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Theoretical and Applied Problems of Geographical Science: Demographic, Social, Legal, Economic and Environmental Aspects. In 2 Vols. Vol. 2. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Voronezh, s.n., 2019, pp. 424-430.

6. Dyachenko N.P. Ekologo-geomorfologicheskie aspekty karyernoi dobychi na territorii Volgogradskoi oblasti [Ecological and Geomorphological Aspects of Quarrying in the Volgograd Region]. *Grani poznaniya* [Facets of Knowledge], 2014, no. 4, pp. 47-53.

7. Kobyaeva F.E., Kotukhov Yu.A., Beiseeva G.B., Azhikina N.Zh. Estestvennoe vosstanovlenie rastitelnogo pokrova, ego vidovoi sostav v usloviyakh samozarastaniya i rekultivatsii promyshlennykh otvalov

rudnogo mestorozhdeniya Tishinka VKO [Natural Restoration of Vegetation Cover, Its Species Composition in Conditions of Self-Overgrowth and Reclamation of Industrial Dumps of the Tishinka Ore Deposit, East Kazakhstan Region]. *Pochvovedenie i agrokhimiya* [Soil Science and Agrochemistry], 2018, no. 4, pp. 53-69.

8. Brylev V.A., Dyachenko N.P., Pryakhin S.I., Seregina N.M. Krupneishie karyery Volgogradskoi oblasti i ikh geoekologicheskoe sostoyanie [The Largest Quarries of the Volgograd Region and Their Geoecological State]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [News of the Volgograd State Pedagogical University], 2007, no. 6, pp. 69-75.

9. Bogatova O.V., Seledkina V.A., Bezrukova D.A. et al. Po dnu drevnego morya (istoriya Frolovskikh zaboev) [Along the Bottom of the Ancient Sea (The History of the Frolovsky Slaughters)]. *Luchshaya molodezhnaya issledovatel'skaya grupa 2020* [Best Youth Research Group 2020]. Petrozavodsk, Mezhdunar. tsentr nauch. partnerstva «Novaya Nauka», 2020, pp. 62-74.

10. Ryakhov R.V., Dubrovskaya S.A., Noreika S.Yu. Deshifirovanie dannykh distantsionnogo zondirovaniya kak metod analiza vosstanovitelnykh

protsessov v predelakh karyerno-otvalnykh landshaftov [Interpretation of Remote Sensing Data as a Method for Analyzing Restoration Processes Within Open Pit Dump Landscapes]. *Voprosy stepovedeniya* [Questions of Steppe Science], 2016, no. 13, pp. 74-80.

11. Shikhov A.N., Gerasimov A.P., Ponomarchuk A.I., Perminova E.S. *Tematicheskoe deshifirovanie i interpretatsiya kosmicheskikh snimkov srednego i vysokogo prostranstvennogo razresheniya: ucheb. posobie* [Thematic Interpretation and Interpretation of Space Images of Medium and High Spatial Resolution. Textbook]. Perm, s.n., 2020. 191 p.

12. *Administratsiya gorodskogo okruga goroda Frolovo* [Administration of the Urban District of the City of Frolovo]. URL: <http://frolovoadmin.ru/>

13. Earth Explorer. *USGS: Official Website*. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

14. Goetz S.J., Bunn A.G., Fiske G.J., Houghton R.A. Satellite-Observed Photosynthetic Trends Across Boreal North America Associated With Climate and Fire Disturbance. *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, 2005, vol. 102, no. 38, pp. 13521-13525. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0506179102>

### Information About the Authors

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

**Arina V. Novochadova**, Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, [kgb-191\\_278314@volsu.ru](mailto:kgb-191_278314@volsu.ru)

### Информация об авторах

**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](mailto:khavanskaya@volsu.ru)

**Арина Валерьевна Новочадова**, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [kgb-191\\_278314@volsu.ru](mailto:kgb-191_278314@volsu.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.

---

---

#### **Уважаемые читатели!**

Подписка на II полугодие 2023 года осуществляется по «Объединенному каталогу. Пресса России. Газеты и журналы». Т. 1. Подписной индекс 29087.

Стоимость подписки на II полугодие 2023 года 1075 руб. 94 коп.

Распространение журнала осуществляется по адресной системе.

---

---

**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](mailto: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



9 772713 157005

