

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ  
И РЕСУРСЫ**

**2021**

**Том 11. № 1**

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

**NATURAL SYSTEMS  
AND RESOURCES**

**2021**

**Volume 11. No. 1**



## NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2021. Vol. 11. No. 1

*Academic Periodical*

First published in 2011

*4 issues a year*

### Founder:

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

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

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

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

### Editorial Staff:

Prof., Dr., Acad. of RAS *A.S. Rulev* – Chief Editor (Volgograd)

Prof., Dr. *V.V. Novochadov* – Deputy Chief Editor (Volgograd)

Assoc. Prof., Cand. *P.A. Krylov* – Executive Secretary and Copy Editor (Volgograd)

### Editorial Board:

Prof., Dr. *L.A. Anisimov* (Volgograd); Prof., Dr. *S.A. Bartalev* (Moscow); Prof., Dr. *Yu.K. Vinogradova* (Moscow); Prof., Acad. of RAS *I.F. Gorlov* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *E.A. Ivantsova* (Volgograd); Prof., Dr. *A.V. Ivashov* (Simferopol); Prof., Dr. *V.M. Klimenko* (Saint Petersburg); Prof., Acad. of RAS *K.N. Kulik* (Volgograd); Prof., Dr. *A.B. Mulik* (Saint Petersburg); Assoc. Prof., Dr., Acad. of RANH *M.G. Mustafaev* (Baku, Azerbaijan); Prof., Dr. *A.A. Okolelova* (Volgograd); Dr., Senior Researcher *M.V. Postnova* (Volgograd); Cand. *A.M. Pugacheva* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *V.A. Sagalaev* (Volgograd); Prof., Dr. *V.V. Tanyukevich* (Novocherkassk); Prof., Dr. *A.V. Khoperskov* (Volgograd); Prof., Dr. *F.A. Shukurov* (Pishkek, Tajikistan); MD Arzt *M. Fedorov* (Munich, Germany)

Editor of English texts *Yu.V. Chemeteva*

Making up: *Yu.A. Uskova*

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

Passed for printing: Mar. 1, 2021.

Date of publication: May 14, 2021.

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

Conventional printed sheets 5.2. Published pages 5.6.

Number of copies 500 (1<sup>st</sup> duplicate 1–51).

Order 83. «C» 8.

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/>

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)

# ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

2021. Т. 11. № 1

*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: **DOAJ** (Швеция), **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, проф., академик РАН **А.С. Рулев** – 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)

## Редакционный совет:

д-р геол.-минер. наук, проф. **Л.А. Анисимов** (г. Волгоград); д-р техн. наук, проф. **С.А. Барталев** (г. Москва); д-р биол. наук, проф. **Ю.К. Виноградова** (г. Москва); проф., академик РАН **И.Ф. Горлов** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, доц. **Е.А. Иванцова** (г. Волгоград); д-р биол. наук, проф. **А.В. Ивашиов** (г. Симферополь); д-р мед. наук, проф. **В.М. Клименко** (г. Санкт-Петербург); проф., академик РАН **К.Н. Кулик** (г. Волгоград); д-р биол. наук, проф. **А.Б. Мулик** (г. Санкт-Петербург); д-р с.-х. наук, доц., академик РАН **М.Г. Мустафаев** (г. Баку, Азербайджан); д-р биол. наук, проф. **А.А. Околелова** (г. Волгоград); д-р биол. наук, ст. науч. согр. **М.В. Постнова** (г. Волгоград); канд. с.-х. наук **А.М. Пугачева** (г. Волгоград); д-р биол. наук, доц. **В.А. Сагалаев** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, проф. **В.В. Таниокевич** (г. Новочеркасск); д-р физ.-мат. наук, проф. **А.В. Хоперсков** (г. Волгоград); д-р мед. наук, проф. **Ф.А. Шукуров** (г. Пишпек, Таджикистан); MD **Arzt M. Fedorov** (г. Мюнхен, Германия)

Редактор английских текстов **Ю.В. Чеметева**

Верстка **Ю.А. Усковой**

Техническое редактирование **Е.С. Решетниковой, И.В. Сметаниной**

Подписано в печать 01.03 2021 г.

Дата выхода в свет: 14.05 2021 г.

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

Усл. печ. л. 5,2. Уч.-изд. л. 5,6.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–51 экз.).

Заказ 83. «С» 8.

Свободная цена

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/>

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)

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ

- Терещенко Т.В., Срослова Г.А., Постнова М.В.,  
Зими́на Ю.А., Срослов М.С.* Влияние  
антропогенных факторов на состояние  
древесных растений г. Волгограда ..... 5
- Иванова Ю.Д., Мальцев М.В., Кузубов А.В.,  
Мохамед-Амин Н.А.* Моделирование  
хронического стресса у крыс самцов,  
подвергнутых длительной изоляции ..... 12

### ГЕОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

- Хаванская Н.М.* Геоинформационно-картографические  
методы в исследовании динамики  
сельского населения ..... 20
- Хаванская Н.М., Аляев В.А., Семенова Д.А.*  
Геоинформационный анализ условий  
транспортной доступности сельских территорий  
Волгоградской области ..... 27

### РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

- Гордиенко О.А., Манаенков И.В., Агапов И.В.*  
Морфологические особенности почв  
поймы реки Ельшанка  
в условиях урботехнопедогенеза ..... 35
- Рулев Г.А., Рулев А.С.* Особенности  
почвенного покрова полупустынного экотона юга  
Приволжской возвышенности ..... 42

### НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

#### В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

- Земляно В.В., Курагина Н.С., Сагалаев В.А.* Виды  
микобиоты Волгоградской области и перспективы  
их использования как источника биологически  
активных веществ для косметических целей ..... 50

## CONTENTS

### ECOLOGY AND BIOLOGY

- Tereshchenko T.V., Sroslova G.A., Postnova M.V.,  
Zimina Yu.A., Sroslov M.S.* Influence of Anthropogenic  
Factors on the State of Woody Plants  
in Volgograd ..... 5
- Ivanova Yu.D., Maltsev M.V., Kuzubov A.V.,  
Mohamed-Amin N.A.* Modelling of Chronic Stress  
in Male Rats Subjected  
to Prolonged Isolation ..... 12

### GEOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

- Khavanskaya N.M.* Geoinformation  
and Cartographic Methods in the Research  
of the Rural Population Dynamics ..... 20
- Khavanskaya N.M., Alyaev V.A., Semenova D.A.*  
Geoinformational Analysis  
of Transport Accessibility Conditions of Rural Territories  
of Volgograd Region ..... 27

### RESOURCE STUDIES

- Gordienko O.A., Manaenkov I.V., Agapov I.A.*  
Morphological Features of Soils  
in the Yelshanka River Floodplain Under Conditions  
of Urbotechnopedogenesis ..... 35
- Rulev G.A., Rulev A.S.* Features of the Soil Cover  
of the Semi-Desert Ecotone in the South  
of the Volga Upland ..... 42

### NEW BIOTECHNOLOGIES

#### IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

- Zemlyanko V.V., Kuragina N.S., Sagalaev V.A.* Types  
of Mycobiota of Volgograd Region and Prospects  
of Their Use as a Source of Biologically Active  
Substances for Cosmetic Purposes ..... 50



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.1>

UDC 581.5(470.45)

LBC 28.080.1(2P-4Bor)

## INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE STATE OF WOODY PLANTS IN VOLGOGRAD

**Tatyana V. Tereshchenko**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Galina A. Sroslova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Margarita V. Postnova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Yuliya A. Zimina**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Mikhail S. Sroslov**

Research Institute of Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology FMBA Russia, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** Studies conducted in different cities have shown that trees growing in urbanized areas reduce noise levels and cleanse the air of solid particles, ozone, sulfur dioxide, carbon monoxide, nitric oxide and other pollutants contained in car fumes, transport dust and generated by industry. The reaction to the influence of negative factors in woody plants is in disturbances in metabolism and biochemical composition, their general development also changes, and their population decreases. The indicators of disorders occurring at the cellular and tissue levels are more sensitive to the influence of negative anthropogenic factors in comparison with external manifestations. The research was carried out on woody plants: small-leaved linden (*L. Tiliacordata*), horse chestnut (*L. Aesculus*); the soil. The research was carried out in 9 districts of Volgograd. The assessment of the state of woody plants was carried out by the visual method based on external signs. GOST methods were used to determine the concentrations of chemical elements in the foliage and soil of woody plants. Using physical and chemical methods, the concentrations of chemical elements in the soil and biomass of woody plants taken from the selected areas of the city of Volgograd were obtained, and the correlation between these indicators and the life state of woody plants was determined. The dependence of the indicators of the concentration of nutrients in the soil and the state and viability of woody plants was well traced. In general, the state of most of the woody plants of the city was healthy or moderately weakened. Such a high level of the life state is explained by the relatively young age structure of the studied plants, because at a young age woody plants are more resistant to negative factors of the urban environment. The revealed features of the life of woody plants in the city can be taken into account in the practice of city green building.

**Key words:** urbanization, woody plants, soil, nutrients, factors.

**Citation.** Tereshchenko T.V., Sroslova G.A., Postnova M.V., Zimina Yu.A., Sroslov M.S. Influence of Anthropogenic Factors on the State of Woody Plants in Volgograd. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.1>

УДК 581.5(470.45)

ББК 28.080.1(2Р-4Вор)

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ г. ВОЛГОГРАДА****Татьяна Васильевна Терещенко**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Галина Алексеевна Срослова**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Маргарита Викторовна Постнова**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Юлия Александровна Зимина**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Михаил Сергеевич Срослов**Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии ФМБА России,  
г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Исследования, проведенные в разных городах, показали, что деревья, растущие в урбанизированных районах, снижают уровень шума и очищают воздух от твердых частиц, озона, диоксида серы, оксида углерода, оксида азота и других загрязняющих веществ, содержащихся в автомобильных парах, транспортной пыли и генерируемых промышленностью. Реакцией на влияние негативных факторов у древесных растений является в нарушениях в метаболизме и биохимическом составе, изменяется и их общее развитие, а также снижается численность их популяции. Показатели нарушений, происходящих на клеточном и тканевом уровнях, являются более чувствительными к влиянию негативных антропогенных факторов, по сравнению с внешними проявлениями. В работе проводились исследования на древесных растениях: липа мелколистная (лат. *Tilia cordata*), каштан конский (лат. *Aesculus*); почва. Исследования проводилось в 9 районах г. Волгограда. Оценка состояния древесных растений проводилась визуальным методом по внешним признакам. Для определения концентраций химических элементов в листве и почве древесных растений использовались методы ГОСТ. С помощью физико-химических методов были получены концентрации содержания химических элементов в почве и биомассе древесных растений, взятых на выбранных участках города Волгограда, а также определена корреляция этих показателей и жизненного состояния древесных растений. Хорошо прослеживалась зависимость показателей концентраций питательных элементов в почве и состояния и жизнеспособности древесных растений. В целом состояние большинства древесных растений города оказалось здоровым или умеренно ослабленным. Такой высокий уровень жизненного состояния объясняется относительно молодой возрастной структурой исследуемых растений, потому что в молодом возрасте древесные растения обладают более высокой устойчивостью к негативным факторам городской среды. Выявленные особенности жизнедеятельности древесных растений в условиях города могут учитываться в практике зеленого строительства города.

**Ключевые слова:** урбанизация, древесные растения, почва, питательные вещества, факторы.

**Цитирование.** Терещенко Т. В., Срослова Г. А., Постнова М. В., Зимина Ю. А., Срослов М. С. Влияние антропогенных факторов на состояние древесных растений г. Волгограда // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 5–11. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.1>

**Введение**

Деревья, растущие в общественных зеленых зонах, подвергаются воздействию различных факторов окружающей среды, разрушению,

вызванных загрязнением воздуха и почвы, деятельностью человека и неблагоприятными погодными условиями. Что касается устойчивости к городским условиям, то хвойные деревья менее устойчивы к загрязнению, чем ли-

ственные, поэтому последние чаще встречаются в урбанизированных районах. Лиственные деревья более чувствительны к воздействию  $O_3$ , тогда как хвойные деревья более чувствительны к высокой концентрации  $SO_2$  и  $NO_2$  в воздухе. Использование NaCl от обледенения дорог и тротуаров также оказывает вредное воздействие на здоровье растений. Чрезмерная засоленность и подверженность растений этим условиям проявляются визуальными симптомами, такими как потеря естественного цвета листьев и некроз листьев, а иногда и увядание побегов [1].

Важным фактором в жизни растений являются физические и химические свойства почв. Эти свойства определяются минеральными веществами, которые ранее были на ее поверхности, а затем разложились. Микроэлементный состав почвы зависит от содержания в ней органических веществ, образовавшихся в результате разложения с помощью микроорганизмов растительных и животных останков, а также активным влиянием различных антропогенных факторов [2]. Повышенные концентрации щелочных ионов (например, Na, Ca, Mg) и некоторые другие ионы (Cl, Zn и Cu), а также одновременное неблагоприятное увеличение pH почвы отрицательно влияют на здоровье деревьев, растущих возле дорог. Повышенная соленость, вызванная повышенным содержа-

нием Na и Cl, может вызывать физиологическую засуху растений, особенно весной [3].

В городских биоценозах вследствие усиленной нагрузки на почву происходит нарушение обмена питательных элементов между собой и растениями, а также других физико-химических показателей, определяющих свойства почвы. Деграляция почв и дефицит питательных элементов в ней исключают формирование здоровой окружающей среды для человека [4]. Такое негативное влияние на растения может усугубиться неблагоприятными погодными условиями, такими как жара, засуха, ветер. Поэтому важно определить концентрацию их содержания в почвах города и определить влияние этого фактора на здоровье древесных насаждений.

Цель исследования – выявить влияние антропогенных факторов на состояние древесных растений г. Волгограда.

### Материалы и методы

Объекты исследования: липа мелколистная (*L. Tiliacordata*), каштан конский (*L. Aesculus*); почва.

Исследуемые образцы отбирались на 9 участках разных районов города Волгограда (рис. 1).



Рис. 1. Места отбора проб

Оценка состояния древесных растений проводилась визуальным методом по внешним признакам, указанных в таблице 1 [5].

Суммарное число баллов по всем факторам давало оценку состояния растения на каждом участке: 22–25 баллов – состояние отличное, 18–21 балл – хорошее, 14–17 баллов – удовлетворительное, 10–13 баллов – плохое, 5–9 – очень плохое.

Для определения концентраций химических элементов в листве и почве древесных растений использовались методы ГОСТ.

В ходе планирования экспериментов и для накопления, хранения и обработки экспериментальных данных был использован следующий пакет программ: Excel из пакета Office 2013 («Microsoft», США), Salstat for Windows («Salstat Statistics», United Kingdom) использовались для статистического анализа и графических элементов. Корреляционный анализ проводился с помощью канонического корреляционного метода (ССА).

### Результаты и их обсуждения

Анализ оценки состояния древесных растений представлены в таблице 2.

Согласно представленным результатам можно сделать вывод, что на большинстве выбранных участков города состояние деревьев оказалось хорошим, практически отсутствовали признаки недостатка питательных элементов, не наблюдались вредители, и в некоторых местах присутствовали усохшие ветви, но в малых количествах.

Статистический анализ и дискриминантный анализ показал, как параметры, измеренные в листьях и почвах на участках двух видов деревьев, могут влиять на состояние их здоровья (Q) показаны на рисунке 2.

**Зависимости между параметрами в листьях:** А) липы, В) конского каштана; и в почве на участках: С) липы, D) конского каштана и здоровья деревьев (Q) на их участках.

Статистический анализ показал положительную корреляцию между содержанием Са и Мп в листьях липы и на всех уровнях почвы на их участках. Это может указывать на значительную зависимость между ними. Что касается листьев и профиля почвы (0–25 см) на участках конского каштана, то были зависимости между содержанием К и Cd. Помимо этого, ССА (см. рис. 2) показал положительную корреляцию между содержанием

Таблица 1

### Визуальная оценки состояний растений по их внешним признакам

Показатель	Вариация показателя	Баллы
Состояние ствола	Здоровый и крепкий	5
	Имеются повреждения коры	3
	Наличие гнилей и дупел	1
Величина прироста	Более 15 см	5
	5–15 см	3
	Менее 5 см	1
Структура кроны	Нормальная, здоровая	5
	Один крупный или несколько мелких сучьев усохли	3
	Два и более крупных сучьев усохли	1
Вредители и болезни	Отсутствуют	5
	Имеется 1 вид	3
	Имеется 2 и более видов	1
Степень развития кроны	Полная, равномерно развитая	5
	Полная, но нарушенная	3
	Нарушенная и недоразвитая	1

Таблица 2

### Показатели состояния древесных растений на выбранных участках

№ участка	Балл (значение)	№ участка	Балл (Q, значение)
1	19 (хорошее)	5	22 (отличное)
2	18 (хорошее)	6	18 (хорошее)
3	19 (хорошее)	7	15 (удовлетворительное)
4	18 (хорошее)	8	17 (удовлетворительное)



Са в листьях липы и здоровьем деревьев. Что касается деревьев конского каштана, существует положительная зависимость между содержанием калия в почве и здоровьем деревьев.

Модели ССА показали зависимости между параметрами в листьях и почве на участках исследований. Параметры, определенные в листьях, были в значительной степени связаны со здоровьем деревьев (см. рис. 2, A, B). Содержание К, Са и Fe в листьях липы положительно коррелировало со здоровьем деревьев (Q).

Увеличение содержания этих питательных веществ в листьях могло значительно повлиять на состояние деревьев (см. рис. 2, A). Противоположная тенденция наблюдалась в листьях конского каштана (см. рис. 2, B), так как большинство параметров могли негативно повлиять на здоровье деревьев. В анализе моделей (см. рис. 2) по химическому составу почвы на участках липы и конского каштана показано, что деревья, растущие на почвах с более высоким содержанием марганца (участок № 7), были отнесены к более низкому классу здоровья Q. Самые здоровые деревья были найдены на участке № 5. Их здоровье

(Q) положительно коррелировало с содержанием Mg в образцах почвы, собранных на участках липы, и с содержанием К и Си в почвах, собранных на участках конского каштана (см. рис. 2, C, D). Деревья на участках № 7 и № 8 оказались наименее здоровыми (Q). На их состояние могли повлиять химические свойства почвы. Засоленность почвы и содержание Na, возможно, отрицательно сказались на здоровье липы.

### Заключение

Таким образом, необходимо регулярно проводить подобные исследования влияния химического состава почв на растения в городской среде, особенно в городах-мегаполисах и городах с интенсивно развитой промышленностью. Для получения более достоверных сведений о состоянии окружающей среды подобные исследования необходимо проводить в совокупности с изучением и других биотических, абиотических и антропогенных факторов, влияющих на почву и растения, для будущей и своевременной нейтрализации негативных воздействий и сохранения здоровой среды для человека.

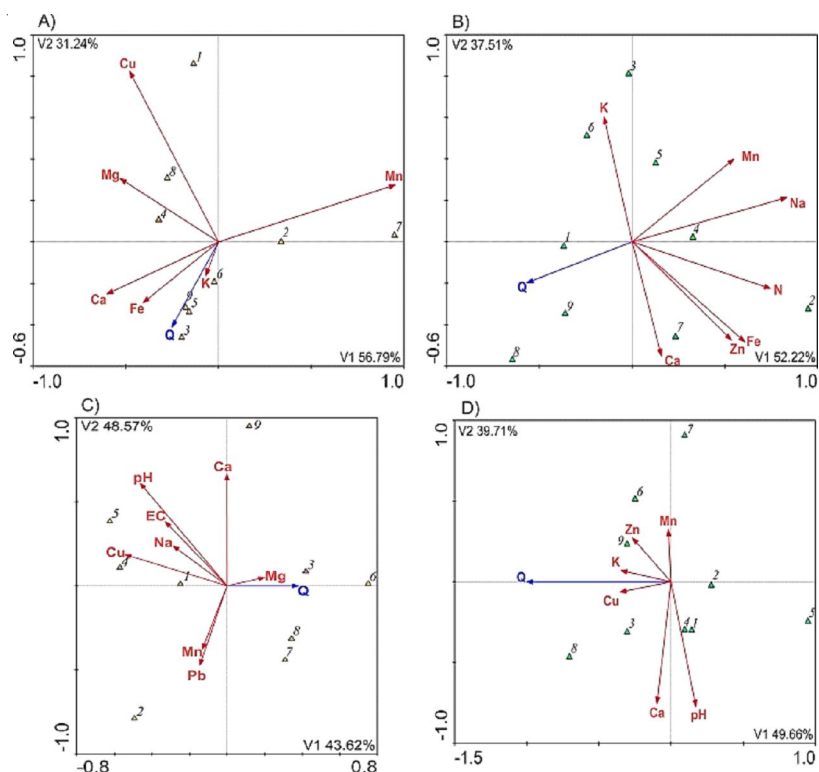


Рис. 2. Модель ССА

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дударева, И. А. Содержание химических элементов в системе почва-растение под влиянием биологически активных веществ / И. А. Дударева, Н. А. Боме // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. – 2013. – Т. 10, № 153. – С. 152–153.
2. Заугольнова, Л. Б. Параметры мониторинга биоразнообразия лесов в России на федеральном и региональном уровнях / Л. Б. Заугольнова, Л. Г. Ханина // Лесоведение. – 2004. – № 3. – С. 3–14.
3. Ильина, И. П. Антропогенное воздействие на редкие виды растений / И. П. Ильина // Вопросы степеведения. – 2013. – № 4. – С. 188–192.
4. Наянова, Е. В. Фотометрия кислотообразующих форм хлора, брома и иода в гипохлоритных растворах / Е. В. Наянова, Е. В. Елипашева, Г. М. Сергеев // Известия ВУЗов. Серия: Химия и химическая технология. – 2014. – Т. 57, № 8. – С. 67–72.
5. Щербатюк, А. П. Растения как индикаторы состояния урбанизированных экосистем / А. П. Щербатюк // Вестник ЗабГУ. – 2013. – Т. 2, № 93 – С. 56–60.

REFERENCES

1. Dudareva I.A., Bome N. A. Soderzhanie himicheskikh jelementov v sisteme pochva-rastenie

pod vlijaniem biologicheski aktivnyh veshhestv [The maintenance of chemical elements in system the soil-plant under the influence of biologically active agents]. *Nauchnye vedomosti BelGU. Serija: Estestvennye nauk* [Belgorod State University Scientific Bulletin Natural sciences], 2013, vol. 10, no. 153, pp. 152-153.

2. Zaugol'nova L.B., Hanina L.G. Parametry monitoringa bioraznoobrazija lesov v Rossii na federal'nom i regional'nom urovnjah [Parameters of monitoring of forest biodiversity at the national and regional levels in Russia]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 2004, no. 3, pp. 3-14.

3. Il'ina I.P. Antropogennoe vozdejstvie na redkie vidy rastenij [Anthropogenic impact on rare plant species]. *Voprosy stepevedenija* [Steppe Science], 2013, no. 4, pp. 188-192.

4. Najanova E.V., Elipasheva E.V., Sergeev G.M. Fotometrija kislotoobrazujushih form hlora, broma i ioda v gipohloritnyh rastvorah [Photometry of acid-forming forms of chlorine, bromine and iodine in hypochlorite solutions]. *Izvestiya VUZov. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, 2014, vol. 57, no. 8, pp. 67-72.

5. Shherbatjuk A.P. Rasteniya kak indikatory sostojanija urbanizirovannyh jekosistem [Plants as indicators of the status of urban ecosystems]. *Vestnik ZabGU* [Transbaikal State University Journal], 2013, vol. 2, no. 93, pp. 56-60.

Information About the Authors

**Tatyana V. Tereshchenko**, Student, Department of Bioengineering and Bioinformatics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, tereshchenko@gmail.ru

**Galina A. Sroslova**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Bioengineering and Bioinformatics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, sroslova.galina@volsu.ru

**Margarita V. Postnova**, Doctor of Sciences (Biology), Senior Researcher, Head of the Department of Bioengineering and Bioinformatics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, postnova@volsu.ru

**Yuliya A. Zimina**, Candidate of Sciences (Chemistry), Associate Professor of the Department of Bioengineering and Bioinformatics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, zimina.yuliya@volsu.ru

**Mikhail S. Sroslov**, Researcher, Research Institute of Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology FMBA Russia, Zemlyachki St, 12, 400048 Volgograd, Russian Federation, sroslovms@gmail.com

Информация об авторах

**Татьяна Васильевна Терещенко**, студент кафедры биоинженерии и биоинформатики, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, tereshchenko@gmail.ru

**Галина Алексеевна Срослова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биоинженерии и биоинформатики, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [stoslova.galina@volsu.ru](mailto:stoslova.galina@volsu.ru)

**Маргарита Викторовна Постнова**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая кафедрой биоинженерии и биоинформатики, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [postnova@volsu.ru](mailto:postnova@volsu.ru)

**Юлия Александровна Зимина**, кандидат химических наук, доцент кафедры биоинженерии и биоинформатики, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [zimina.yuliya@volsu.ru](mailto:zimina.yuliya@volsu.ru)

**Михаил Сергеевич Срослов**, научный сотрудник, Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии ФМБА России, ул. им. Землячки, 12, 400048 г. Волгоград, Российская Федерация, [stoslovms@gmail.com](mailto:stoslovms@gmail.com)



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.2>

UDC 57.024

LBC 28.073

## MODELLING OF CHRONIC STRESS IN MALE RATS SUBJECTED TO PROLONGED ISOLATION

**Yulia D. Ivanova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Mikhail V. Maltsev**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Alexander V. Kuzubov**

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

**Natalya A. Mohamed-Amin**

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** Artificially created social isolation in rodents models a form of chronic stress that causes neurodegenerative changes in the brain and subsequent behavioral changes. The aim of this study was to simulate chronic stress in male rats by social isolation and to determine how chronic stress affects the behavioral and sexual responses of rats. During the simulation of chronic stress, rats were divided into two groups: experimental one, where laboratory animals were kept in separate cells for 10 weeks, and control one, where laboratory animals were kept under normal conditions. Subsequently, a clinical examination of each rat, behavioral tests (“Open Field”, “Forced Swimming of Porsolt”, “Raised Cruciate Maze”) and a study of male sexual behavior were carried out to detect changes in behavioral and sexual responses of the animals. The obtained results of behavioral tests and sexual behavior claim marked changes in behavioral and sexual reactions in the experimental group of animals (high emotional reactivity, reduced orientation and research reactions, high sexual activity and increased aggression against females). Thus, the authors conclude on successful modelling of chronic stress through social isolation. This model can be used at the deeper study and development of methods of neuropsychiatric disorders therapy.

**Key words:** social isolation, behavioral tests, sexual behavior, chronic stress, rats, modelling.

**Citation.** Ivanova Yu.D., Maltsev M.V., Kuzubov A.V., Mohamed-Amin N.A. Modelling of Chronic Stress in Male Rats Subjected to Prolonged Isolation. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 12-19. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.2>

УДК 57.024

ББК 28.073

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО СТРЕССА У КРЫС САМЦОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

**Юлия Дмитриевна Иванова**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Михаил Васильевич Мальцев**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Александр Васильевич Кузубов**

Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Наталья Алексеевна Мохамед-Амин**

Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Искусственно созданная социальная изоляция у грызунов моделирует форму хронического стресса, который вызывает нейродегенеративные изменения в головном мозге и следующие за этим поведенческие изменения. Целью данного исследования являлось моделирование хронического стресса у крыс самцов путем социальной изоляции и определение того, как хронический стресс влияет на поведенческие и половые реакции крыс. В ходе моделирования хронического стресса, крыс разделили на две группы: опытная, где лабораторных животных содержали в отдельных клетках, в течение 10 недель и контрольная, где лабораторные животные содержались в обычных условиях. В дальнейшем проводили клинический осмотр каждой крысы, поведенческие тесты («Открытое поле», «Принудительное плавание Порсолта», «Приподнятый крестообразный лабиринт») и исследование полового поведения самцов, для обнаружения изменений в поведенческих и половых реакциях животных. Полученные результаты поведенческих тестов и полового поведения утверждают о выраженных изменениях поведенческих и половых реакциях у опытной группы животных (высокая эмоциональная реактивность, сниженная ориентировочно-исследовательскую реакции, высокая половая активность и повышенная агрессия в отношении самок). Таким образом, можно говорить об успешном моделировании хронического стресса путем социальной изоляции. Данная модель может использоваться при более глубоком изучении и разработке методов терапии нервно психических расстройств.

**Ключевые слова:** социальная изоляция, поведенческие тесты, половое поведение, хронический стресс, крысы, моделирование.

**Цитирование.** Иванова Ю. Д., Мальцев М. В., Кузубов А. В., Мохамед-Амин Н. А. Моделирование хронического стресса у крыс самцов, подвергнутых длительной изоляции // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 12–19. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.2>

**Введение**

Хронический стресс, вызванный социальной изоляцией, является важной частью патогенеза мозговой активности, который отражается в явных поведенческих нарушениях. Для лучшего понимания этиологии депрессии и тревожного расстройства разработки новых, надежных моделей для дальнейшего использования в терапии, в качестве тест – систем, необходимо использовать лабораторных животных [4].

Существует несколько методик приводящих к хроническому, физическому или психосоциальному стрессу, которые моделируют нарушение, как нормальных поведенческих реакций, так и структуры мозга. И поскольку психические расстройства у людей могут быть связаны со снижением социального взаимодействия с окружающим миром, интерес к разработке таких моделей хронического стресса растет [1; 5].

Изучение последствий хронического стресса на крысах предполагает набор определенных поведенческих тестов. Использование таких тестов как «Открытое поле», «Экстраполяционное избавление», «Принудительное плавание Порсолта» и «Половое поведение»

позволяет оценить изменения поведенческих реакций, нарушения памяти, локомоторной и исследовательской активностей [2; 3].

Таким образом, целью нашего исследования стало моделирование хронического стресса у крыс самцов, изучение их поведенческих реакций и репродуктивной функции.

**Материал и методы**

**Животные.** Беспородные белые крысы – самцы, массой от 242 г, в числе 24 особей, разделенные на 2 группы, опыт и контроль. Контроль содержали в нормальных условиях, опыт содержали по 1 клетке на 1 особь, соблюдая условие социальной изоляции.

**Экспериментальное моделирование.** Крысы были разделены на две группы: контроль и опытная. Опытные животные содержались в отдельных клетках, в изоляции от других, а контрольная группа по 4 особи на одну клетку, то есть в нормальных для них условиях. И в течение 3 месяцев находились под наблюдением.

**Клинический осмотр.** Осмотр состояния здоровья животных проводился визуально 1 раз в 2 недели. Проводилась оценка: массы тела, состояния шерстного покрова, поведен-

ческих реакций и реакцию на присутствие экспериментатора.

**Тест «Открытое поле».** Крысу помещали в центр камеры хвостом к экспериментатору и наблюдали за её поведением в течение 3 минут. В тесте регистрировались показатели: латентный период выхода из центра поля, число пересеченных квадратов на периферии, число пересеченных ярко-освещённых квадратов, количество вертикальных стоек – пристеночных и свободных, количество заглядываний в отверстия, количество уринаций и дефекаций, число актов кратковременного груминга. По окончании заданного времени (3 минут) животное возвращали в клетку.

**Тест «Принудительное плавание Порсолта».** Данное тестирование выполнялось в два этапа: на первом этапе интактные животные помещали на 15 минут в прозрачный плексигласовый цилиндр заполненный водой, второй этап проводили через 24 часа, где животных вновь помещали в емкость с водой при тех же условиях, что и в первый день. Регистрировали следующие показатели: латентный период иммобилизации, общее время нахождения крысы в состоянии иммобилизации, продолжительность активного плавания, продолжительность пассивного плавания и количество прыжков из воды. По окончании заданного времени, животное возвращали в клетку.

**Тест «Приподнятый крестообразный лабиринт».** Тестируемое животное помещали на центральную площадку лабиринта головой к открытому рукаву и в течение 3 минут вели наблюдение за ним. В тесте регистрировались: время пребывания животных на центральной площадке, в открытых и закрытых рукавах, количество стоек в закрытых и открытых рукавах, число свешиваний с открытых рукавов и количество заходов в центральную зону, открытые и закрытые рукава. По окончании заданного времени животное возвращали в клетку.

**Половое поведение.** Крысу – самца извлекли из клетки и поместили в центральное поле установки. По истечении 5 минут адаптационного периода подсадили на центральное поле установки эстрирующую крысу – самку. В момент первого эмоционально-

го подхода испытуемого самца к интактной самке зафиксировали время латентного периода. Помимо этого, велось наблюдение за поведением экспериментального животного, регистрируя показатели: Количество «эмоциональных» подходов к сексуальному стимулу; Суммарная продолжительность эмоциональных подходов к партнеру – время (с); Количество аногенитальных обнюхиваний; Аутогруминг; Аллогруминг; Количество садок без интромиссии; Количество садок с интромиссией; Количество копуляций. После завершения наблюдения извлекли животных из установки и поместили в клетки.

**Статистическая обработка результатов.** Статистическая обработка и вычисление  $t$  – критерия Стьюдента проводилась посредством программного пакета «Excel».

### Результаты и их обсуждения

**Клинический осмотр.** По итогам клинического осмотра у опытной группы животных были замечены ухудшение состояния шерстяного покрова. Прирост массы тела у животных опытной группы был на 35 % ( $p < 0,05$ ) достоверно выше, чем у животных контрольной группы (см. табл. 1 и рис. 1).

**Тест «Открытое поле».** По результатам «открытого поля» у опытной группы наблюдалось увеличение показателей латентного периода выхода из центра на 70 % ( $p < 0,05$ ) и числа актов дефекации на 50 % ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контрольной группой (см. рис. 2 и 3), иначе говоря, наблюдалось изменение показателей эмоциональной реактивности животных. Тенденция увеличения обнаружена и у показателя пересеченных квадратов, характеризующего ориентировочно-исследовательскую реакцию животного опытной группы животных, по отношению к контролю, которая была на 30 % больше ( $p < 0,05$ ). Показатели груминга и обнюхивания у обеих групп различались не достоверно ( $p > 0,05$ ) (см. рис. 2). Следует отметить, что опытная группа животных во время тестирования ни разу не пересекала центр, стараясь держаться ближе к стенке, что говорит о возможности влияния социальной изоляции на исследовательскую и эмоциональные активности животных в целом.

Таблица 1

**Разница масс за три месяца исследования**

Контроль	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	Разница
9	287	299	308	321	334	346	354	365	373	385	25%
10	297	314	330	349	367	359	371	384	395	410	27%
1	278	287	300	312	325	338	351	364	377	389	28%
3	256	267	275	289	307	318	330	334	345	364	29%
12	276	291	303	315	331	345	358	370	382	391	29%
11	269	278	296	310	324	339	353	365	378	387	30%
15	287	300	314	326	341	359	367	382	398	410	30%
4	287	303	321	345	363	378	387	403	418	412	30%
13	287	303	316	337	354	365	378	389	402	413	30%
7	315	331	349	367	385	406	410	430	433	450	30%
5	252	263	277	291	300	314	330	335	368	376	32%
6	254	269	287	305	324	342	361	376	387	394	35%
Опыт	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	Разница
33	300	318	341	368	385	402	425	453	465	478	38%
18	280	303	318	341	364	387	409	423	441	453	38%
39	284	315	337	366	389	403	432	448	465	472	40%
35	268	287	319	346	368	385	397	412	430	443	40%
3	258	273	298	304	328	350	383	409	415	429	40%
11	262	276	300	326	349	361	387	404	425	433	40%
24	265	276	310	329	346	361	375	398	422	436	40%
1	270	286	310	332	354	378	405	429	450	461	41%
43	276	309	332	350	373	387	408	433	449	463	41%
10	272	280	302	321	343	366	387	421	448	466	42%
25	259	275	306	323	345	362	376	402	423	447	42%
2	242	256	270	289	311	337	365	384	405	414	42%

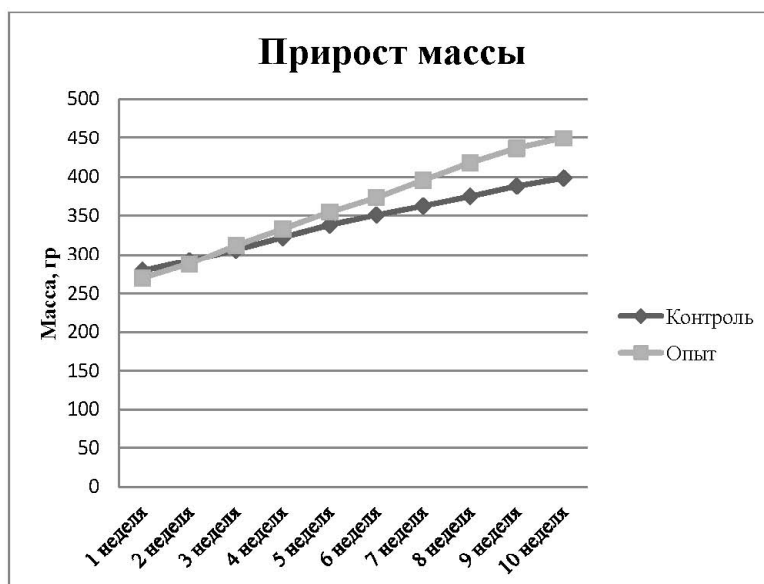


Рис. 1. Сравнение прироста коэффициента масс



Рис. 2. Средняя разница между группами по тесту «Открытое поле»

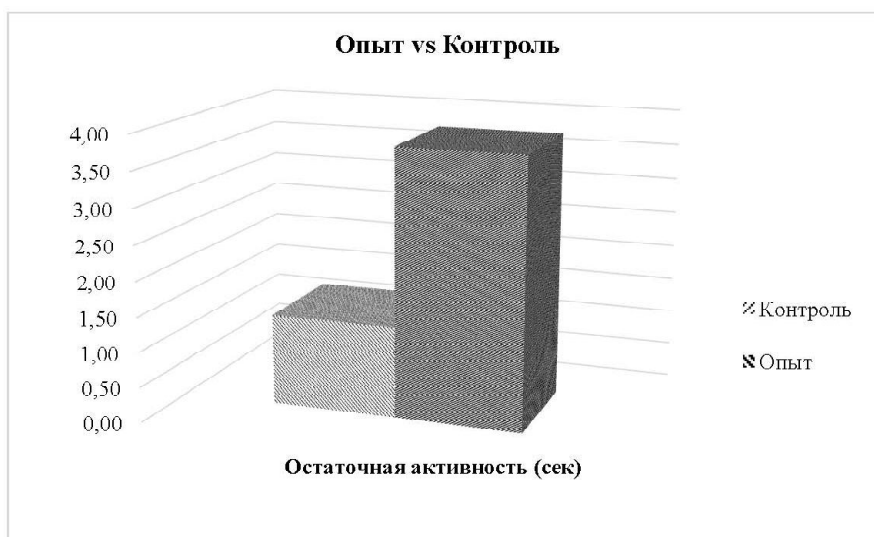


Рис. 3. Среднее значение латентного периода выхода из центра

**Тест «Принудительное плавание Порсолта».** В результате тестирования обнаружено увеличение времени активного плавания и попыток активного сопротивления на 40 % ( $p < 0,05$ ), характеризующихся увеличением количества прыжков животных опытной группы на 50 % ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о высокой эмоциональной реактивности животных опытной группы (см. рис. 4).

**Тест «Приподнятый крестообразный лабиринт».** По итогам данного тестирования был выявлен повышенный уровень тревожности у животных опытной

группы. Не достоверно изменились показатели: предпочтение закрытого рукава на 38 %, избегание открытого рукава на 44 %, боязнь высоты на 45 %. Помимо этого, характерно наличие низких показателей стоек и свешиваний на 50 % ( $p < 0,05$ ) (см. рис. 5 и 6). Заметна также разница в предпочтениях: животные опытной группы находились в закрытом рукаве среднем дольше на 25 % ( $p > 0,05$ ), чем животные контрольной группы, а в открытом рукаве ситуация противоположная и в среднем опытная группа там проводила меньше на 15 % ( $p > 0,05$ ) времени, нежели контроль.



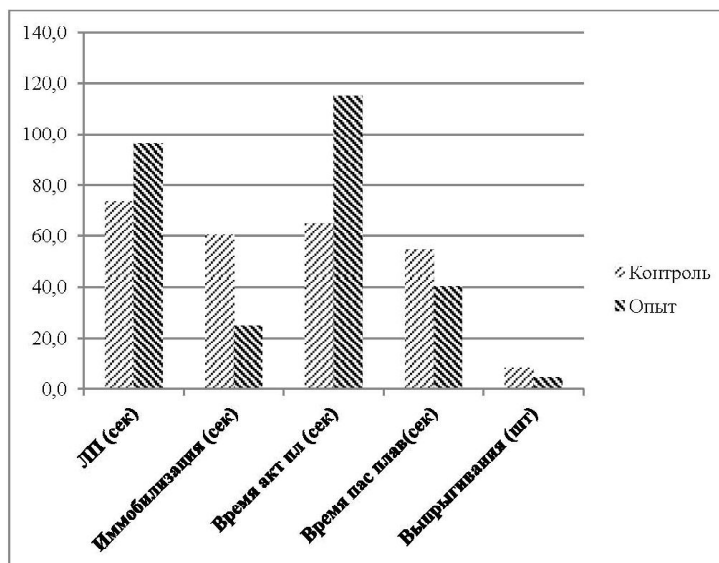


Рис. 4. Результаты теста «Принудительное плавание Порсолта»

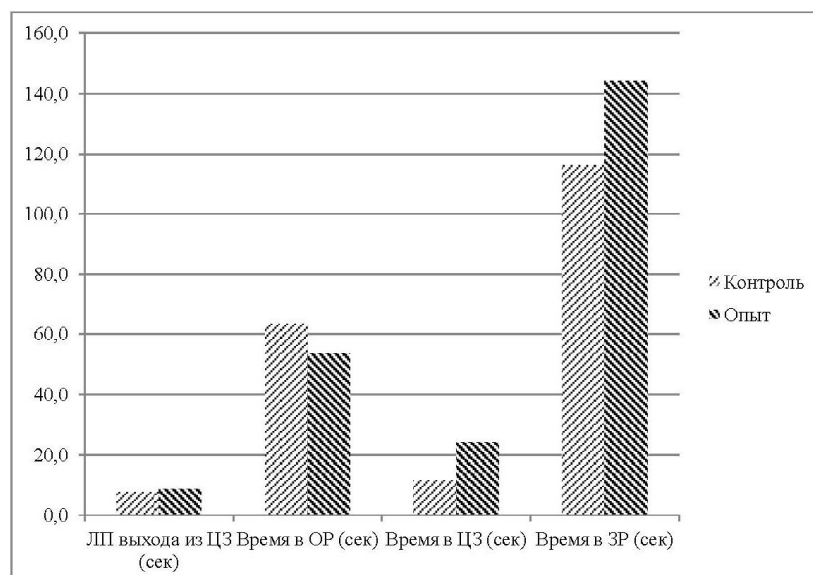


Рис. 5. Показатели времени, проведенного в открытом (ОР), в закрытом рукаве (ЗР) и в центральной зоне (ЦЗ)

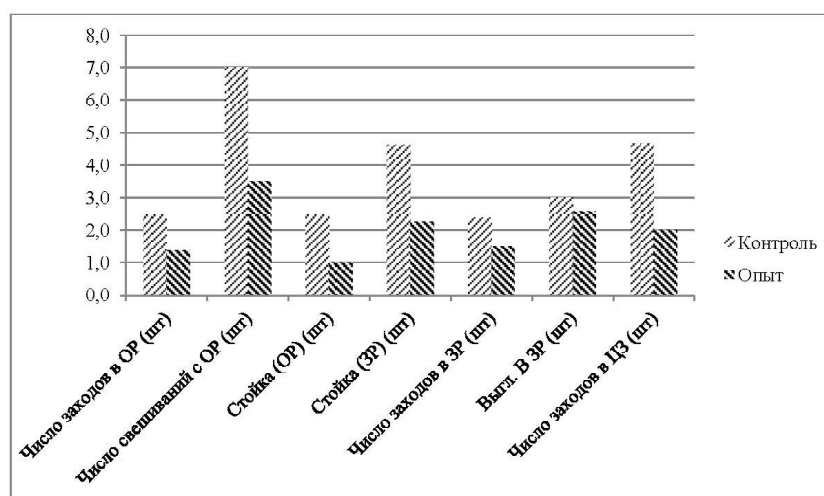


Рис. 6. Показатели исследовательской активности

**Половое поведение.** По результатам изучения полового поведения можно сделать вывод, что опытная группа животных имела более высокий, по сравнению с контрольной группой, уровень половой активности (выше на 25 %,  $p < 0,05$ ). Однако стоит отметить агрессивность самцов опытной группы, которые во время эмоционального подхода часто проявляли агрессию в отношении самок (кусали) (см. табл. 2).

### Заключение

Было проведено моделирование хронического стресса у крыс и изучены изменения поведенческих реакций и репродуктивной функции. По результатам вышеописанных тестов можно говорить о наличии ярко выраженного тревожного и депрессивного состояний у животных опытной группы, что говорит об успешности моделирования хронического стресса у крыс путем социальной изоляции:

– данные клинического осмотра показывают **неутвердительное** состояние шерстяного покрова и лишней вес у опытной группы, по сравнению с контролем;

– результаты тестов «Открытого поля», «Принудительное плавание Порсолта» и «Приподнятый крестообразный лабиринт» позволяют сделать вывод о **высокой** эмоциональной реактивности опытной группы животных и **сниженной** ориентировочно-исследовательскую реакции, по сравнению с контролем;

– итоги проведения исследования полового поведения показали **высокий** уровень половой активности и **агрессивное** поведение у опытной группы, в отличие от контроля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амстиславская, Т. Г. Половая активация самцов крыс: поведение и гормональный ответ / Т. Г. Амстиславская, К. В. Осипов // Сибирский научный медицинский журнал. – 2003. – № 3. – С. 112–114.

2. Геворкян, В. С. Современные исследования воздействия различных стресс-факторов на крыс и мышей / В. С. Геворкян, И. С. Геворкян // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. – 2017. – Т. 15, № 1.

3. Изучение влияния производного аминокетона на когнитивные функции лабораторных животных / И. А. Титович [и др.] // Биомедицина. – 2017. – № 3. – С. 102–110.

4. Ieraci, A. Social isolation stress induces anxious-depressive-like behavior and alterations of neuroplasticity-related genes in adult male mice / A. Ieraci, A. Mallei, M. Popoli // Neural plasticity. – 2016. – Vol. 2016. – P. 1–13. – DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/6212983>.

5. Toth, I. Animal models of social avoidance and social fear / I. Toth, I. D. Neumann // Cell and tissue research. – 2013. – Vol. 354, № 1. – P. 107–118. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00441-013-1636-4>.

### REFERENCES

1. Amstislavskaya T.G., Osipov K.V. Polovaya aktivaciya samcov krysv: povedenie i gormonal'nyj otvet [Sexual arousal in the male rat: behavioral and hormonal response]. *The Siberian Scientific Medical Journal*, 2003, no. 3, pp. 112-114.

2. Gevorkyan V.S., Gevorkyan I.S. Sovremennye issledovaniya vozdejstviya razlichnyh stress-faktorov na krysv i myshej [Modern studies of different stressors effects on rats and mice]. *Elektronnoe nauchnoe izdanie Al'manah Prostranstvo i Vremya* [E-Almanac Space and Time], 2017, vol. 15, no. 1.

3. Titovich I.A. et al. Izuchenie vliyaniya proizvodnogo aminoetanol na kognitivnye funkcii laboratornyh zhivotnyh [The study of a novel diethylaminoethanol derivative cognitive function in laboratory animals]. *Journal Biomed*, 2017, no. 3, pp. 102-110.

4. Ieraci A., Mallei A., Popoli M. Social isolation stress induces anxious-depressive-like behavior and alterations of neuroplasticity-related genes in adult male mice. *Neural plasticity*, 2016, vol. 2016, pp. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/6212983>.

5. Toth I., Neumann I.D. Animal models of social avoidance and social fear. *Cell and tissue research*, 2013, vol. 354, no. 1, pp. 107-118. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00441-013-1636-4>.

Таблица 2

### Результаты полового поведения

Среднее значение	Латентный период	Время до первой садки	Садки без интромиссии	Садки с интромиссией	Общая продолжительность эмоционального подхода	Количество эмоциональных подходов	Аногени- тальное об- нюхивание	Auto- grooming	Allo- grooming
Контроль	22,7	81,7	4,3	2	406,7	33,7	21,3	53	8,3
Опыт	6,7	59	5,7	0	367,3	52,3	32,7	44,7	1,7
Разница	70 %	28 %	25 %	100 %	25 %	35 %	35 %	16 %	80 %

### Information About the Authors

**Yulia D. Ivanova**, Master Student, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, jullianna777@yandex.ru

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

**Alexander V. Kuzubov**, Candidate for a Degree, Toxicology Laboratory, Scientific Center for Innovative Medicines with Pilot Production, Volgograd State Medical University, Novorossiyskaya St, 39, 400087 Volgograd, Russian Federation, eakuzubova@mail.ru

**Natalya A. Mohamed-Amin**, Candidate of Sciences (Medicine), Senior Lecturer, Department of Biology, Volgograd State Medical University, Rokossovskogo St, 1G, 400131 Volgograd, Russian Federation, bahar-23@yandex.ru

### Информация об авторах

**Юлия Дмитриевна Иванова**, студент 2-го курса магистратуры кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, jullianna777@yandex.ru

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

**Александр Васильевич Кузубов**, соискатель лаборатории токсикологии Научного центра инновационных лекарственных средств с опытно-промышленным производством, Волгоградский государственный медицинский университет, ул. Новороссийская, 39, 400087 г. Волгоград, Российская Федерация, eakuzubova@mail.ru

**Наталья Алексеевна Мохамед-Амин**, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры биологии, Волгоградский государственный медицинский университет, ул. Рокоссовского, 1Г, 400131 г. Волгоград, Российская Федерация, bahar-23@yandex.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.3>

UDC 528.94:911.373

LBC 26.17

## GEOINFORMATION AND CARTOGRAPHIC METHODS IN THE RESEARCH OF THE RURAL POPULATION DYNAMICS <sup>1</sup>

**Natalya M. Khavanskaya**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The article deals with the dynamics of the rural population of Volgograd region for 1969–2010. The source materials of the study were archival statistical data on the population size of villages and rural settlements in 1969 and the results of the 2010 All-Russian Population Census. The main purpose of the study has two components: the study of trends in the change of the rural population size and the spatial analysis of villages and rural settlements with different directions of the population dynamics. The main methods were the geoinformation and cartographic method, combining the possibilities of automated mapping according to classified indicators. The results of the work are two maps describing the dynamics of the population of villages and rural settlements. The author used such methods of cartographic representation as the method of cartodiagrams and the method of cartograms based on the classification of the numeric fields of attribute tables. The design and composition of maps was carried out in ArcGis 10.3 geographic information system. The generalized conclusion based on the materials of the work is the prevalence of population decline trends in villages and rural settlements, the strengthening of this trend in the direction from east to west of the region. Natural and geographical areas with a predominance of the tendency for the reduction of the rural population by 50% or more are highlighted: the coast of the rivers Koper, Buzuluk, Tersa. An increase in the rural population is observed in the districts – suburban areas of Volgograd, the Volga-Ilovinsky interfluvium. The spatial analysis of the rural population dynamics made it possible to distinguish two zones: the western zone, in which the processes of the rural population reduction are the most intense, and the eastern zone, in which, along with a decrease in the population in a number of villages and settlements, its increase is observed.

**Key words:** rural settlement system, rural population dynamics, geoinformation and cartographic methods, Volgograd region.

**Citation.** Khavanskaya N.M. Geoinformation and Cartographic Methods in the Research of the Rural Population Dynamics. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 20–26. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.3>

УДК 528.94:911.373

ББК 26.17

## ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИКИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ <sup>1</sup>

**Наталья Михайловна Хаванская**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье рассматривается динамика сельского населения Волгоградской области за период 1969–2010 годов. Исходными материалами исследования послужили архивные статистические данные численности населения сел и сельских поселений в 1969 г. и итоги Всероссийской переписи населения 2010 года.

Основная цель исследования имеет две составляющие: исследование тенденций в изменении численности сельского населения на основе статистических данных и пространственный анализ сел и сельских поселений с разным направлением динамики населения. Исходя из цели исследования главными методами стали методы геоинформационного картографирования, сочетающие возможности автоматизированного построения карт по классифицированным показателям. Результатами работы является составление двух карт, отражающих динамику населения сел и сельских поселений. При картографировании были использованы такие способы картографического изображения как способ картодиаграмм и способ картограмм, основанный на классификации числовых полей атрибутивных таблиц. Проектирование и составление карт осуществлялось в геоинформационной системе ArcGis 10.3. Обобщенный вывод по материалам работы – это преобладание в селах и сельских поселениях тенденций уменьшения численности населения, усиление этой тенденции в направлении с востока на запад области. Выделены природно-географические районы с преобладанием тенденции сокращения сельского населения на 50 % и более – побережья рек Хопер, Бузулук, Терса. Районы, в которых наблюдалось увеличение сельского населения – пригородные районы Волгограда, Волго-Иловлинское междуречье. Пространственный анализ динамики численности сельского населения позволил выделить две зоны. Западная зона, в которой наиболее интенсивны процессы сокращения сельского населения и восточная зона, в которой наряду с сокращением населения в ряде сел и поселений наблюдается его увеличение.

**Ключевые слова:** система сельского расселения, динамика сельского населения, геоинформационно-картографические методы, Волгоградская область.

**Цитирование.** Хаванская Н. М. Геоинформационно-картографические методы в исследовании динамики сельского населения // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 20–26. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.3>

## Введение

В Волгоградской области сформирована система расселения сельского населения, которая объединяет около 1500 сельских населенных пунктов. Отдельные села соединены между собой транспортными, производственными и культурно-бытовыми связями. Размещение сельского населения и его численность оказывает непосредственное влияние на само существование и развитие аграрных территорий, производство сельскохозяйственной продукции. Одной из важнейших характеристик населения является динамика его численности. Тенденции ее изменения в сторону уменьшения или увеличения составляют научный интерес данной работы.

Цель исследования – выявить тенденции изменения численности населения за 1969–2010 гг. в каждом селе и сельском поселении, обобщить полученные данные для муниципальных районов Волгоградской области и провести их статистический и пространственный анализ, используя методы геоинформационного картографирования.

При изучении системы расселения сельского населения широко применяются методы геоинформационного картографирования. Эти методы позволяют провести статистическую обработку данных в ГИС, создать интерполированные поверхности по входным дискретным

данным, визуализировать пространственное распределение изучаемых показателей и их внутреннюю структуру. Широко представлены геоинформационные методы в разработке тем, посвященных вопросам динамики сельского населения, типологии сети населенных пунктов [4; 5], особенностям сельского расселения [6; 8; 9; 11] и сетевого анализа размещения сельских населенных пунктов [15–17], геоинформационно-картографических основ сельского расселения. В свою очередь, отметим, авторами опубликованы работы, в которых приводится часть выводов по оценке потенциала сельского населения Волгоградской области [1–3], анализ применения картографических методов в изучении сельского расселения [12–14].

## Материалы и методы исследования

Материалы исследования – статистические данные численности населения сел и сельских поселений Волгоградской области. Работа с архивными документами в каталоге государственного архива Волгоградской области (ГАВО) [4] позволила собрать данные о численности сельского населения на 1 января 1969 г. Эти данные сравнивались с данными Всероссийской переписи населения России 2010 г. [8, с. 3–99], что позволило выявить основные тенденции в динамике численности сельского населения.

В геоинформационном картографировании используют различные способы картографической визуализации динамических явлений, например: составление серий карт, картографических анимаций, изолинейных карт, соответствующих состоянию объекта или процесса на определенный момент времени. В предлагаемой работе изучение динамики численности сельского населения определяется путем картографирования разности ее значений за 1969–2010 годы. Данные годы выбраны не случайно, так 1969 г. – год перед переписью населения (1970 г.), 2010 г. – год переписи населения.

Для каждого муниципального района было подсчитано количество сельских населенных пунктов: где за рассматриваемый период увеличилась численность населения, где она уменьшилась и населенные пункты, без населения.

В качестве способа картографирования изменения численности населения сел в составе муниципальных районов был выбран способ

картодиаграмм. С помощью круговых диаграмм на карте Волгоградской области показано соотношение сельских населенных пунктов с разной тенденцией изменения численности населения.

Изменение численности населения сельских поселений отражено на соответствующей карте способом картограмм. Данные по динамике численности населения проклассифицированы с выделением четырех классов поселений по тенденциям изменения людности: снижение численности более 50 %, снижение численности до 50 %, увеличение численности до 50 %, увеличение численности более 50 %.

### Результаты и обсуждение

Как было отмечено выше, по данным численности населения сельских населенных пунктов способом картодиаграмм была построена тематическая карта (рис. 1). Радиус круговой диаграммы пропорционален количе-

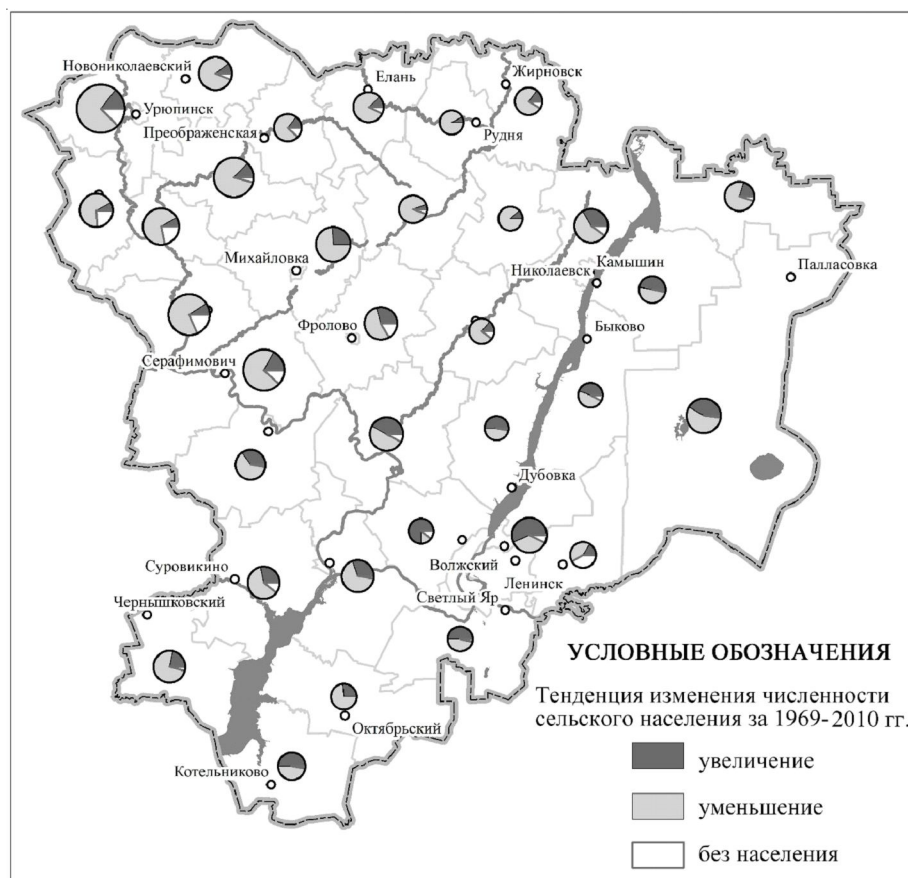


Рис. 1. Изменения в численности населения по сельским населенным пунктам в районах Волгоградской области за 1969–2010 гг.

ству сел муниципального района. Сектора круга соответствуют значениям увеличения численности населения, ее уменьшению и количеству сел без населения.

Визуальный анализ карты позволяет выделить районы с интенсивным уменьшением численности сельского населения. Это – северо-западная, северная, центральная части области. В природно-географическом отношении они соответствуют бассейну р. Бузулук (в пределах региона), побережьям Хопра, району Донской излучины и территории, примыкающий к Цимлянскому водохранилищу.

Районы, где преобладает тенденция увеличения численности населения сел расположены вблизи г. Волгограда. Наиболее интенсивное увеличение населения характерно для Городищенского, Светлоярского, Среднеахтубинского, Дубовского районов. Отметим, что среди перечисленных районов Среднеахтубинский отличается наибольшим количеством сел (55). Отдельно выделяются Николаевский и Котельниковский районы. В первом, несмотря

на удаленность от Волгограда, количество сел с увеличением численности населения и с ее уменьшением отличается всего на единицу (в пользу уменьшения.) В Котельниковском районе, граничащим с Калмыкией и Ростовской областью, села с увеличением населения преобладают.

В размещении сел без населения четко выделяются 2 района:

1. Побережье Хопра и район Донской излучины – в правобережной части области.
2. Ленинский и Быковский районы – в левобережной части.

В целом, можно заключить, что вектор уменьшения населения сел направлен с запада, где процессы сокращения населения проявляются наиболее интенсивно, на восток, где наряду с убылью населения, в некоторых селах прослеживается тенденция его роста.

Во второй части исследования динамики сельского населения, была построена карта, отражающая ситуацию по сельским поселениям (рис. 2).

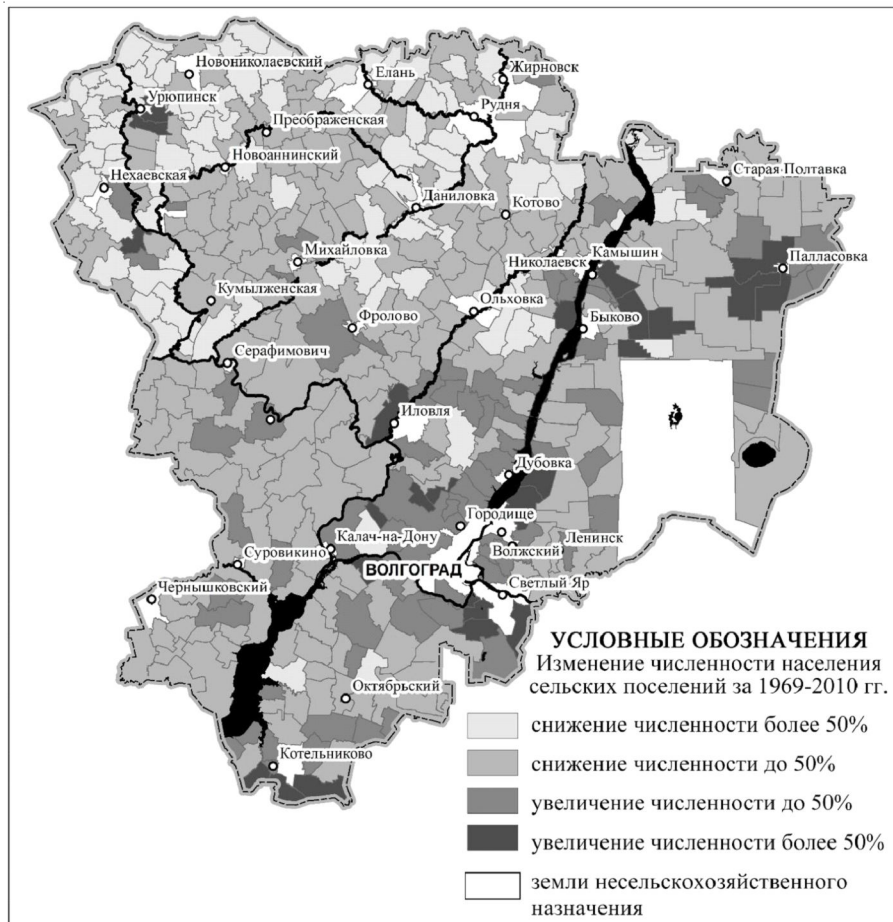


Рис. 2. Изменение численности населения сельских поселений за 1969–2010 гг.



Пространственный анализ сельских поселений показывает преобладание поселений с снижением численности населения до 50 % в 2010 г. от уровня 1969 года. Наиболее интенсивное снижение численности населения (более 50 %) отмечается для территорий, расположенных по берегам Хопра, Бузулука, Медведицы, что соответствует географии муниципальных районов с преобладанием в структуре сел с уменьшением численности населения.

Поселения с ростом сельского населения в основном тяготеют к г. Волгограду и в природном плане соответствуют районам Волго-Иловлинского междуречья. Стоит отметить и дискретность в размещении поселений этого класса. Это относится к сельским поселениям Урюпинского, Котельниковского, Палласовского и Николаевского районов.

### Заключение

Говоря об общей тенденции изменения численности сельского населения, отметим, что в 66,7 % сел эта тенденция направлена в сторону ее уменьшения. Наиболее значительные уменьшения численности характерны для центральной, северо-западной и южной части области. Увеличение численности населения сел и сельских поселений прослеживается в основном в пригородной зоне г. Волгограда.

Обобщив результаты пространственного анализа тенденций динамики сельского населения сел и сельских поселений на территории области, можно выделить две зоны. Первая в западной части, где преобладает тенденция сокращения численности сельского населения до 50 % и более. Вторая зона – восточная, где среди сел и сельских поселений наблюдается более пестрая картина как уменьшения населения, так и его увеличения. Условную географическую границу между этими зонами можно провести по р. Иловле.

Применение методов геоинформационного картографирования в изучении динамики численности сельского населения позволит в дальнейшем провести анализ факторов, влияющих на его динамику, в том числе факторов экономико-географического положения. В свете предстоящей в 2021 г. Всероссийской переписи населения данное исследование будет продолжено.

### ПРИМЕЧАНИЕ

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Администрации Волгоградской области в рамках соглашения о предоставлении из областного бюджета грантов в форме субсидий № 7 от 29.11.2019.

The reported work was carried out with the financial support of the Administration of Volgograd region in the framework of the agreement on the provision of grants from the regional budget in the form of subsidies No. 7 dated November 29, 2019.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аляев, В. А. Сельское расселение как основа устойчивого развития Волгоградской области / В. А. Аляев, М. В. Аляев // Грани познания. – 2013. – № 3 (23). – С. 58–69.
2. Аляев, В. А. Транспортная инфраструктура и современная география сел Волгоградской области / В. А. Аляев, М. В. Аляев // Грани познания. – 2014. – № 5 (32). – С. 53–59.
3. Аляев, В. А. Формирование территориальной структуры хозяйства и транспортной инфраструктуры Волгоградского региона (конец XIX – конец XX в.) / В. А. Аляев, М. В. Аляев. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2018. – 203 с.
4. Галин, Р. А. Расселение сельского населения как фактор развития сельского хозяйства / Р. А. Галин // Экономика и управление. – 2015. – № 5 (127). – С. 28–30.
5. Егоров, Д. О. Сельское расселение России: типология территорий по людности сельских населенных пунктов / Д. О. Егоров, В. С. Шурупина // Региональные исследования. – 2018. – № 4 (62). – С. 4–16
6. Ивлиева, Н. Г. Геоинформационно-картографическое обеспечение исследований пространственно-временных особенностей сельского расселения Республики Мордовия / Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 64–77.
7. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года. Численность населения городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений, городских и сельских населенных пунктов Волгоградской области. – Волгоград : Волгоградстат, 2013. – 99 с.
8. Калашникова, Л. Г. Применение ГИС-технологий в процессе изучения расселения финно-угорских народов / Л. Г. Калашникова, В. Ф. Манухов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 185–187.



9. Руднева, О. С. Структурная эволюция сети сельского расселения в регионах степной зоны России / О. С. Руднева, А. А. Соколов // *Russian Economic Bulletin*. – 2019. – Т. 2. – С. 280–285.

10. Сведения о численности наличного и постоянного населения по каждому населенному месту в районном разрезе на 1 января 1969 года // ГАВО. – Ф. 686. – Оп. 42. – Д. 126. – 125 л.

11. Тимонин, С. А. Геоинформационные модели расселения населения и их применение / С. А. Тимонин, В. М. Яблоков // *ArcReview*. – 2011. – № 3. – С. 7.

12. Хаванская, Н. М. Геоинформационный анализ потенциала человеческих ресурсов аграрных территорий Волгоградской области / Н. М. Хаванская, В. А. Аляев, Д. А. Семенова // *Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика*. – 2020. – Т. 22, № 2. – С. 109–118. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2020.2.10>.

13. Хаванская, Н. М. Геоинформационное картографирование численного состава сельских поселений волгоградской области / Н. М. Хаванская, Д. А. Солодовников // *Цифровая География. В 2 т. Т. 2 : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / науч. ред.: А. И. Зырянов, Т. В. Субботина, С. В. Копытов. – Пермь : [б. и.], 2020. – С. 117–119.*

14. Хаванская, Н. М. Картографические методы исследования системы сельского расселения Волгоградской области / Н. М. Хаванская, В. А. Аляев, Д. А. Семенова // *Природные системы и ресурсы*. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 64–71. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2019.4.7>.

15. Alekseev, A. I. Transformation Trends of Russia's Rural Settlement Patterns in the Late Soviet and Post-Soviet Periods (1970–2010) / A. I. Alekseev, S. G. Safronov // *Reg. Res. Russ.* – 2015. – № 2 (5). – P. 193–201.

16. Freeman, L. C. Centrality in Social Networks Conceptual Clarification / L. C. Freeman // *Social Networks*. – 1978. – № 3 (1). – P. 215–239.

17. Pitts, F. R. A Graph Theoretic Approach to Historical Geography / F. R. Pitts // *Prof. Geogr.* – 1965. – № 17 (5). – P. 15–20.

## REFERENCES

1. Alyaev V.A., Alyaev M.V. Selskoe rasselenie kak osnova ustoychivogo razvitiya Volgogradskoy oblasti [Rural Resettlement as the Basis for Sustainable Development of the Volgograd Region]. *Grani poznaniya*, 2013, no. 3 (23), pp. 58–69.

2. Alyaev V.A., Alyaev M.V. Transportnaya infrastruktura i sovremennaya geografiya sel Volgogradskoy oblasti [Transport Infrastructure and

Modern Geography of the Villages of the Volgograd Region]. *Grani poznaniya*, 2014, no. 5 (32), pp. 53–59.

3. Alyaev V.A., Alyaev M.V. *Formirovanie territorialnoy struktury hozyaystva i transportnoy infrastruktury Volgogradskogo regiona (konets XIX – konets XX v.)* [Formation of the Territorial Structure of the Economy and Transport Infrastructure of the Volgograd Region (End of the Nineteenth and End of the Twentieth Century)]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2018. 203 p.

4. Galin R.A. Rasselenie selskogo naseleniya kak faktor razvitiya selskogo hozyaystva [The Settlement of the Rural Population as a Factor in the Development of Agriculture]. *Ekonomika i upravlenie*, 2015, no. 5 (127), pp. 28–30.

5. Egorov D.O., Shurupina V.S. Selskoe rasselenie Rossii: tipologiya territoriy po lyudnosti selskikh naselennykh punktov [Rural Settlement of Russia: Typology of Territories by Population of Rural Settlements]. *Regionalnye issledovaniya*, 2018, no. 4 (62), pp. 4–16.

6. Ivlieva N.G., Manukhov V.F. Geoinformatsionnokartograficheskoe obespechenie issledovaniy prostranstvenno-vremennykh osobennostey selskogo rasseleniya respubliki Mordoviya [Geoinformation-Cartographic Support for Studies of the Spatio-Temporal Features of Rural Settlement of the Republic of Mordovia]. *InterKarto. InterGIS*, 2017, vol. 23, no. 2, pp. 64–77.

7. *Itogi Vserossiiskoi perepisi naseleniya 2010 goda. Chislennost' naseleniya gorodskikh okrugov, munitsipal'nykh raionov, gorodskikh i sel'skikh poselenii, gorodskikh i sel'skikh naselennykh punktov Volgogradskoi oblasti* [Results of the 2010 All-Russian Population Census. Population of urban districts, municipal districts, urban and rural settlements, urban and rural settlements of the Volgograd region]. Volgograd, 2013. 99 p.

8. Kalashnikova L.G., Manukhov V.F. Primenenie GIS-tekhnologiy v protsesse izucheniya rasseleniya finno-ugorskih narodov [Application of GIS Technologies in the Process of Studying the Settlement of Finno-Ugric Peoples]. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, no. 4, pp. 185–187.

9. Rudneva O.S., Sokolov A.A. Strukturnaya evolyutsiya seti selskogo rasseleniya v regionah stepnoy zony Rossii [Structural Evolution of the Rural Settlement Network in the Regions of the Steppe Zone of Russia]. *Russian Economic Bulletin*, 2019, vol. 2, pp. 280–285.

10. Svedeniya o chislennosti nalichnogo i postoyannogo naseleniya po kazhdomu naselennomu mestu v raionnom razreze na 1 yanvarya 1969 goda [Information on the number of the available and permanent population for each populated place in the

regional context as of January 1, 1969]. *GAVO*, f. 686, inv. 42, d. 126. 1251.

11. Timonin S.A. Geoinformatsionnye modeli rasseleniya naseleniya i ih primeneniye [Geoinformation Models of Population Distribution and Their Application]. *ArcReview*, 2011, no. 3, p. 7.

12. Khavanskaya N. M., Alyaev V. A., Semenova D. A. Geoinformatsionnyi analiz potentsiala chelovecheskikh resursov agrarnykh territorii Volgogradskoi oblasti [Geoinformation analysis of the potential of human resources in agricultural areas of the Volgograd region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2020, vol. 22, no. 2, pp. 109-118. DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2020.2.10>.

13. Khavanskaya N.M., Solodovnikov D.A. Geoinformatsionnoe kartografirovaniye chislennogo sostava sel'skikh poselenii volgogradskoi oblasti [Geoinformation mapping of the number of rural settlements in the Volgograd region]. *Tsifrovaya Geografiya. V 2 t. T. 2: materialy Vseros. nauch.-prakt.*

*konf. s mezhdunar. uchastiem* [Digital Geography. In 2 Vols. Vol. 2: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation]. Perm, [s. n.], 2020, pp. 117-119.

14. Khavanskaya N.M., Alyaev V.A., Semenova D.A. Kartograficheskie metody issledovaniya sistemy sel'skogo rasseleniya volgogradskoi oblasti [Cartographic Methods of the Research of the Rural Settlement System in Volgograd Region]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2019, vol. 9, no. 4, pp. 64-71. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2019.4.7>.

15. Alekseev A.I., Safronov S. G. Transformation Trends of Russia's Rural Settlement Patterns in the Late Soviet and Post-Soviet Periods (1970–2010). *Reg. Res. Russ.*, 2015, no. 2 (5), pp. 193-201.

16. Freeman L.C. Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. *Social Networks*, 1978, no. 3 (1), pp. 215-239.

17. Pitts F.R. A Graph Theoretic Approach to Historical Geography. *Prof. Geogr.*, 1965, no. 17 (5), pp. 15-20.

### Information About the Author

**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)

### Информация об авторе

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



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.4>

UDC 528.94:911.373:711

LBC 26.17

## GEOSPATIAL ANALYSIS OF TRANSPORT ACCESSIBILITY CONDITIONS OF RURAL TERRITORIES OF VOLGOGRAD REGION

**Natalya M. Khavanskaya**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Vladimir A. Alyaev**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Diana A. Semenova**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The article deals with the assessment of transport accessibility of rural settlements. The main research methods are the geoinformation and cartographic methods. A transport accessibility factor implies the time spent on moving between villages and the center. The methodology proposed is based on two spatial levels: the district level, where the territory of mapping is the municipal districts of Volgograd region, and the object is rural settlements; the regional level covering the entire territory of the region. At the district level, the calculation and geoinformation analysis of the transport accessibility of villages in relation to district centers are made. As a result, it is identified that the territories are in different conditions of transport accessibility. 20.9% of the region's villages are located in favorable conditions (transport accessibility less than 30 minutes); 25.2% of villages are in less favorable conditions (transport accessibility 30–45 minutes); 53.9% of villages are in unfavorable conditions (more than 45 minutes). At the regional level in relation to Volgograd, there are three zones with a different degree of favorable transport conditions: a zone of time accessibility up to 2 hours with favorable conditions for economic development; a restrictedly favorable zone with time accessibility of 2–4 hours; and a zone of unfavorable economic influence with the time transport accessibility exceeding 4 hours. It is noted that 15 out of 33 districts of Volgograd region are in unfavorable conditions of transport accessibility in relation to the regional center. This is primarily determined by the size of the region's territory, the geographical location of Volgograd, the state of the road network, namely the presence of asphalt roads. The conclusion is drawn about the heterogeneity of the conditions for the provision of residents with services concentrated in the centers based on the uneven distribution of the conditions of transport accessibility. The authors give recommendations for the development of regional sub-centers of public service.

**Key words:** rural settlement, time transport accessibility, spatial interpolation, geoinformation and cartographic methods, isochron method, transport accessibility zones, Volgograd region.

**Citation.** Khavanskaya N.M., Alyaev V.A., Semenova D.A. Geoinformational Analysis of Transport Accessibility Conditions of Rural Territories of Volgograd Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 27-34. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.4>

УДК 528.94:911.373:711

ББК 26.17

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Наталья Михайловна Хаванская**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Владимир Алексеевич Аляев**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Диана Александровна Семенова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Статья посвящена оценке транспортной доступности сельских населенных пунктов с использованием методов геоинформационного картографирования. В качестве фактора транспортной доступности рассматриваются временные затраты на перемещение между селами и центром. Предлагаемая методика оценки основана на двух пространственных уровнях. Районный уровень, где территорией картографирования являются муниципальные районы Волгоградской области, а объектом – сельские населенные пункты. Региональный уровень, охватывающий всю территорию области. На районном уровне проводится расчет и геоинформационный анализ транспортной доступности сел относительно районных центров. В результате выявлены территории, находящиеся в разных условиях транспортной доступности. В благоприятных условиях (транспортная доступность менее 30 минут) расположено 20,9 % сел региона; в ограниченно благоприятных (транспортная доступность 30–45 минут) – 25,2 % сел; в неблагоприятных (более 45 минут) – 53,9 % сел. На региональном уровне по отношению в Волгограду выявлены три зоны с разной степенью благоприятности транспортных условий. Зона временной доступности до 2 часов с благоприятными условиями для хозяйственного развития. Ограниченно благоприятная зона с временной доступностью от 2 до 4 часов и зона неблагоприятного хозяйственного влияния, где временная транспортная доступность превышает 4 часа. Отмечено, что 15 из 33 районов Волгоградской области находятся в неблагоприятных условиях транспортной доступности по отношению к региональному центру. Это в первую очередь определяется размерами территории региона, географическим положением Волгограда, состоянием дорожной сети, а именно наличием дорог с асфальтовым покрытием. На основе неравномерного распределения условий транспортной доступности сделан вывод о неоднородности условий обеспеченности жителей услугами, сосредоточенными в центрах. Сформулировано предложение по развитию региональных подцентров обслуживания населения.

**Ключевые слова:** сельское расселение, временная транспортная доступность, пространственная интерполяция, геоинформационно-картографические методы, метод изохрон, зоны транспортной доступности, Волгоградская область.

**Цитирование.** Хаванская Н. М., Аляев В. А., Семенова Д. А. Геоинформационный анализ условий транспортной доступности сельских территорий Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 27–34. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.4>

## Введение

Понятие транспортной доступности является одним из составляющих комплексной социально-экономической оценки территорий. В социально-экономической науке существуют различные подходы к оценке транспортной доступности, среди которых можно отметить: расчет расстояния между периферийными населенными пунктами и центром [16], расчет временных затрат в пути [9] между населенными пунктами или другими точками интереса, построение графов [17] на основе дорожной сети, расчет стоимостных расходов на поездку [12], густота дорожно-транспортной сети [3] и т. д. В обобщенном виде описанные в научной литературе методы [5] условно можно разделить на математико-статистические и графические. Методы геоинформационного анализа позволяют не только проводить математическую обработку данных для оценки транспортной доступности, но и визуализировать ее посредством

построения соответствующих тематических карт [7; 11; 13].

Современный период развития сельских территорий характеризуется сложной динамикой протекающих на них процессов [4; 6; 10], поэтому одной из актуальных проблем является научное обоснование стратегии пространственного развития, где важное место занимает знание транспортной доступности сельских населенных пунктов [8; 12].

При экономико-географическом анализе пространственного развития сельских территорий Волгоградской области важным аспектом является выявление проблем транспортной доступности сельских поселений и отдельных сел, которые представляют собой элементарные единицы управления социально-экономическим развитием. В работе «Региональное развитие: сельская местность» [15] отмечается, что местоположение, структура населенных пунктов, инфраструктура являются факторами антропогенного потенциала терри-

тории. Они же являются важнейшим свойством сельских территорий. Следовательно, при экономико-географическом анализе необходимо стремиться к формированию информационной базы по размещению населенных пунктов, включая их картографирование, как основных мероприятий в комплексном исследовании сельских территорий.

### Объект и методы исследований

В основе проведения оценки транспортной доступности сельских населенных пунктов региона лежит временной подход, то есть расчет и оценка временных затрат на преодоление расстояния между отдельным селом и центром. Графически такой подход реализуется посредством построения интерполированного раstra и изолиний равного времени в пути – изохрон. При оценке временной транспортной доступности были использованы показатели, рекомендованные при разработке «Схемы районной планировки Волгоградской области» [1; 2].

Геоинформационный анализ условий транспортной доступности охватывал 2 пространственных уровня: районный и региональный. На районном уровне была изучена транспортная доступность сельских населенных пунктов от центров муниципальных районов, т.е. масштабной единицей анализа являются муниципальные районы Волгоградской области и районные центры, как важнейшие элементы единой системы расселения на сельских территориях [14]. На первом этапе в геоинформационной системе ArcGis была сформирована база данных, включающая позиционные данные сел Волгоградской области (всего 1 474 села) и атрибутивные данные временных затрат. Расчет временных затрат в пути основан на районной сети дорог с твердым покрытием и скорости движения 60 км/ч. На следующем этапе с помощью функций пространственного анализа – интерполяция (метод естественная окрестность) был сгенерирован растр значений транспортной доступности, который был проклассифицирован с выделением трех ареалов транспортной доступности сел относительно центров муниципальных районов: а) до 30 минут; б) от 30 до 45 минут; в) более 45 минут.

Второй пространственный уровень включает оценку транспортной доступности сел от областного центра – г. Волгограда, соответственно, масштаб картографирования охватывает территорию всего региона. На первом этапе были дополнены базы данных по селам атрибутивными значениями временных затрат в пути до Волгограда. Расчет времени в пути был проведен с опорой на федеральные автодороги, выходящие лучами из Волгограда. На втором этапе проведена интерполяция значений временной доступности и построен соответствующий растр, который был проклассифицирован по значению временной доступности до областного центра: а) до 2 часов, б) 2–4-часовая доступность, в) более 4 часов. На последнем этапе по полученному растру построены изохроны с интервалом в 1 час.

### Результаты исследования

Анализ данных пространственного анализа сел с разным значением транспортной доступности показывает, что все сельские населенные пункты области делятся по условиям временной транспортной доступности на три группы. Расчеты показывают, что из 1 474 сельских населенных пунктов области 308 сел находятся в пределах 30-минутной доступности районных центров, что составляет 20,9 % в среднем по области. Эти территории можно отнести к благоприятными по условиям доступности. При этом в 12 районах доля сел с такой доступностью выше среднеобластного показателя. К ним по степени убывания относятся: Среднеахтубинский район – 49,1 %, Нехаевский – 38 %, Киквидзенский – 35,3 %, Чернышковский – 32,6 %, Фроловский – 31,2 %, Руднянский – 26,9 %, Алексеевский – 26,7 %, Новоаннинский – 25,3 %, Котельниковский – 23,5 %, Октябрьский – 23,3 %, Новониколаевский – 22,4 %.

Транспортная доступность от 30 до 45 минут характерна для 371 села, что составляет 25,2 % в среднем по области. Такие условия доступности относятся к ограниченно благоприятным. При этом в 15 районах доля сельских населенных пунктов, находящихся в ограниченно благоприятной зоне доступности районного центра, превышает среднеобластной показатель. К числу таких районов от-

носятся по мере убывания: Руднянский район – 50 %, Кумылженский – 44,7 %, Среднеахтубинский – 43,6 %, Новоаннинский – 38 %, Ольховский – 37,9 %, Нехаевский – 34 %, Киквидзенский – 32,4 %, Котовский – 30,8 %, Ленинский – 30 %, Светлоярский – 28,6 %, Урюпинский – 27,9 %, Алексеевский – 26,7 %, Быковский – 25,9 %, Дубовский – 25,7 %.

Неблагоприятные условия временной транспортной доступности (более 45 минут) наблюдаются у 795 сельских населенных пунктов, что составляет в среднем по области 53,9 %. Можно говорить о преобладании этого показателя в расселении области. Отметим по убывающей районы с такими условиями транспортной доступности: Калачевский район – 78,2 %, Дубовский – 76,9 %, Николаевский – 75 %, Клетский – 75 %, Старополтавский – 69,2 %, Октябрьский – 66,7 %, Палласовский – 66 %, Еланский – 65,8 %, Жирновский – 64,7 %, Городищенский – 64,3 %, Котельниковский – 64,2 %, Новони-

колаевский – 63,3 %, Быковский – 63 %, Иловлинский – 62 %, Михайловский – 59,2 %.

Большое значение для экономико-географического анализа сельского расселения области имеет выявление моделей его территориальной структуры. Анализ построенной карты (рис. 1) показывает, что для административных районов области наиболее рациональным является расположение районного центра в середине территории. Причем территория должны иметь компактную форму, близкую к квадрату, или окружности, как, к примеру, в Нехаевском, Кумылженском, Фроловском, Киквидзенском районах. В случае периферийного расположения районных центров, возникает, как правило, значительная зона неблагоприятной транспортной доступности: Чернышковский, Клетский, Николаевский, Быковский, Камышинский, Палласовский, Еланский, Дубовский районы.

Важным показателем социально-экономического единства территории является ус-

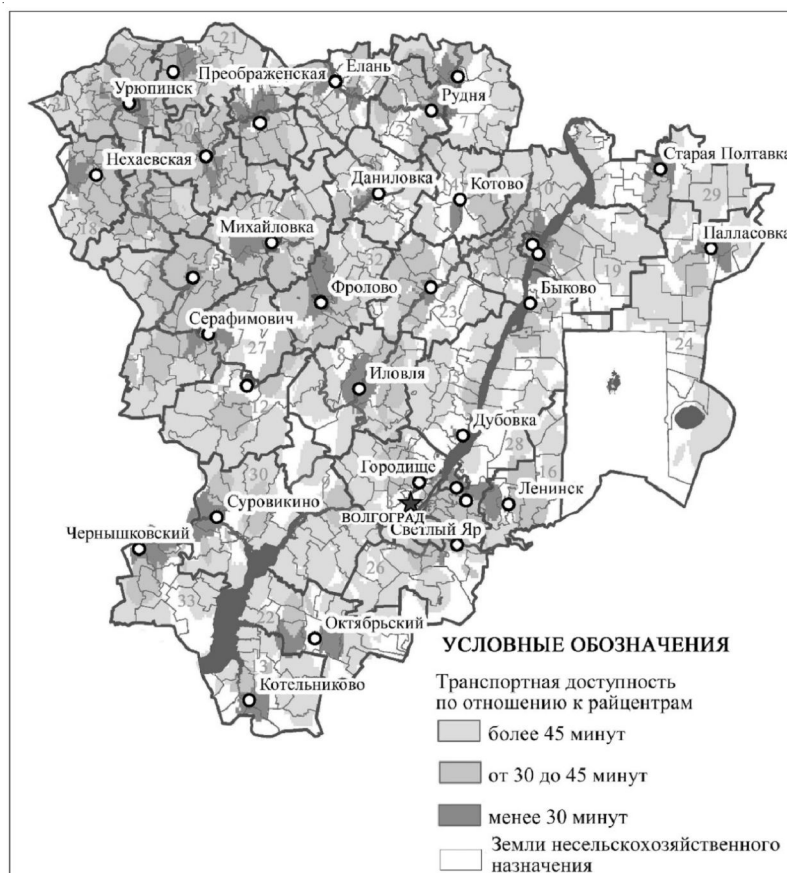


Рис. 1. Условия транспортной доступности сельских территорий Волгоградской области от районных центров

ловие временной транспортной доступности центра единой системы регионального расселения. При построении карты «Условия транспортной доступности сельских территорий Волгоградской области от областного центра» (рис. 2), как уже было отмечено ранее, были проведены изохроны 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 часовой доступности до областного центра. При экономико-географической оценке мы учитывали следующие показатели: до 2 часов – зона непосредственного влияния Волгограда – это благоприятная зона. Зона 2–4-часовой доступности – ограниченно благоприятный показатель формирующего влияния областного центра, зона транспортной доступности более 4 часов – неблагоприятная зона хозяйственного влияния Волгограда.

В целом анализ карты показывает, что в благоприятную зону входят следующие районы: Дубовский, Иловлинский, Калачевский, Городищенский, Светлоярский, Среднеахтубинский, Ленинский районы.

Ограничено благоприятное расположение по отношению к Волгограду проявляется в Камышинском, Ольховском, Фроловском, Михайловском, Серафимовичском, Клетском, Суrowsикинском, Чернышковском, Котельниковском, Октябрьском, Быковском районах. Остальные 15 районов имеют неблагоприятные условия временной доступности Волгограда.

### Заключение

Выявленные условия временной транспортной доступности районных центров в сель-

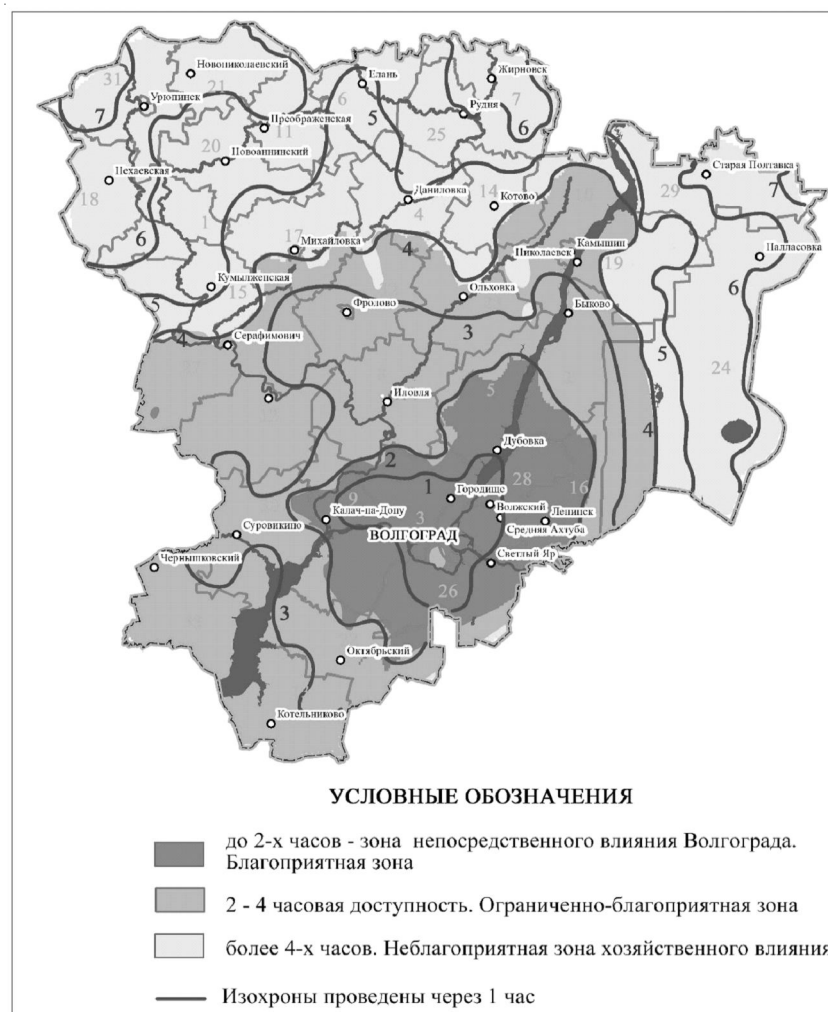


Рис. 2. Условия транспортной доступности сельских территорий Волгоградской области от областного центра

ских районах показывают значительную неоднородность уровней обеспеченности жителей районов различными услугами, сосредоточенными в центрах. Проведенная работа показывает направления пространственного развития возможных путей повышения социально-экономической деятельности на сельских территориях. Кроме того, характерной чертой территориальной структуры условий временной транспортной доступности является изолированность районных благоприятных и относительно благоприятных зон доступности друг от друга. Смыкание зон наблюдается только в отдельных районах. К примеру, в Среднеахтубинском и Ленинском районах, Николаевском и Быковском районах, Урюпинского и Новониколаевского районов.

Выявленная территориальная структура системы регионального расселения сельского населения позволяет предположить существование значительных проблем социально-экономического развития из-за высоких транспортных затрат на перевозку произведенной продукции. Могут проявляться проблемы в уровне социального обслуживания уникальными видами обслуживания, сосредоточенных в Волгограде. Рациональным было бы развитие региональных подцентров обслуживания в Урюпинске, Жирновске, Камышине, Палласовке, Котельниково.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Администрации Волгоградской области в рамках соглашения о предоставлении из областного бюджета грантов в форме субсидий № 7 от 29.11.2019.

The reported work was carried out with the financial support of the Administration of Volgograd region in the framework of the agreement on the provision of grants from the regional budget in the form of subsidies No. 7 dated November 29, 2019.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аляев, В. А. Транспортная инфраструктура и современная география сел Волгоградской области / В. А. Аляев, М. В. Аляев // Грани познания. – 2014. – № 5 (32). – С. 53–59.

2. Аляев, В. А. Формирование территориальной структуры хозяйства и транспортной инфра-

структуры Волгоградского региона (конец XIX – конец XX в.) / В. А. Аляев, М. В. Аляев. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2018. – 203 с.

3. Бадина, С. В. Проблемы транспортной доступности изолированных населенных пунктов европейского сектора арктической зоны России / С. В. Бадина, А. А. Панкратов, К. В. Янков // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 305–318. – DOI: <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2020-1-26-305-317>.

4. Галин, Р. А. Расселение сельского населения как фактор развития сельского хозяйства / Р. А. Галин // Экономика и управление. – 2015. – № 5 (127). – С. 28–30.

5. Дубовик, В. О. Методы оценки транспортной доступности территории / В. О. Дубовик // Региональные исследования. – 2013. – № 4 (42). – С. 11–18.

6. Егоров, Д. О. Сельское расселение России: типология территорий по людности сельских населенных пунктов / Д. О. Егоров, В. С. Шурупина // Региональные исследования. – 2018. – № 4 (62). – С. 4–16.

7. Ивлиева, Н. Г. Геоинформационно-картографическое обеспечение исследований пространственно-временных особенностей сельского расселения республики Мордовия / Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 64–77.

8. Куратова, Э. С. Транспортная доступность и повышение социально-экономического статуса территорий европейского северо-востока России / Э. С. Куратова, Н. В. Терешина // Транспортное дело России. – 2019. – № 5. – С. 77–79.

9. Леонов, В. В. Оценка транспортной доступности государственных организаций здравоохранения города Москвы / В. В. Леонов, А. В. Долгушин, С. О. Максимов // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 8. – С. 19–23. DOI: <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.08.19-23>.

10. Руднева, О. С. Структурная эволюция сети сельского расселения в регионах степной зоны России / О. С. Руднева, А. А. Соколов // Russian Economic Bulletin. – 2019. – Т. 2. – С. 280–285.

11. Тимонин, С. А. Геоинформационные модели расселения населения и их применение / С. А. Тимонин, В. М. Яблоков // ArcReview. – 2011. – № 3. – С. 7.

12. Транспортная доступность как индикатор развития региона / П. А. Лавриненко [и др.] // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 6 (177). – С. 136–146.

13. Хаванская, Н. М. Картографические методы исследования системы сельского расселения Волгоградской области / Н. М. Хаванская, В. А. Аляев, Д. А. Семенова // Природные системы и ресурсы. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 64–71. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2019.4.7>.



14. Хаванская, Н. М. Оценка условий транспортной доступности сельских территорий Волгоградской области / Н. М. Хаванская, С. С. Шинкаренко // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. – Воронеж : [б. и.], 2020. – С. 347–350.

15. Чепурных, Н. В. Региональное развитие: сельская местность / Н. В. Чепурных, А. Л. Новоселов, А. В. Мерзлов. – М. : Наука, 2006. – 490 с.

16. Estimation of transport accessibility of the capital economic region / O. Matiychyk [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Т. 2, № 3 (86). – С. 31–40. – DOI: 10.15587/1729-4061.2017.98118.

17. Pitts, F. R. A Graph Theoretic Approach to Historical Geography / F. R. Pitts // Prof. Geogr. – 1965. – № 17 (5). – P. 15–20.

### REFERENCES

1. Alyaev V.A., Alyaev M.V. Transportnaya infrastruktura i sovremennaya geografiya sel Volgogradskoy oblasti [Transport Infrastructure and Modern Geography of the Villages of the Volgograd Region]. *Grani poznaniya*, 2014, no. 5 (32), pp. 53-59.

2. Alyaev V.A., Alyaev M.V. *Formirovanie territorialnoy struktury hozyaystva i transportnoy infrastruktury Volgogradskogo regiona (konets XIX – konets XX v.)* [Formation of the Territorial Structure of the Economy and Transport Infrastructure of the Volgograd Region (End of the Nineteenth and End of the Twentieth Century)]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2018. 203 p.

3. Badina S.V., Pankratov A.A., Yankov K.V. Problemy transportnoi dostupnosti izolirovannykh naselennykh punktov evropeiskogo sektora arkticheskoi zony Rossii [Problems of transport accessibility of isolated settlements in the European sector of the Arctic zone of Russia]. *InterKarto. InterGIS*, 2020, vol. 26, no. 1, pp. 305-318. DOI: <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2020-1-26-305-317>.

4. Galin R.A. Rasselenie selskogo naseleniya kak faktor razvitiya selskogo hozyaystva [The Settlement of the Rural Population as a Factor in the Development of Agriculture]. *Ekonomika i upravlenie*, 2015, no. 5 (127), pp. 28-30.

5. Dubovik V.O. Metody otsenki transportnoi dostupnosti territorii [Methods for assessing the transport accessibility of the territory]. *Regionalnye issledovaniya*, 2013, no. 4 (42), pp. 11-18.

6. Egorov D.O., Shurupina V.S. Selskoe rasselenie Rossii: tipologiya territoriy po lyudnosti selskikh naselennykh punktov [Rural Settlement of Russia: Typology of Territories by Population of Rural Settlements]. *Regionalnye issledovaniya*, 2018, no. 4 (62), pp. 4-16.

7. Ivlieva N.G., Manukhov V.F. Geoinformatsionnokartograficheskoe obespechenie issledovaniy prostranstvenno-vremennykh osobennostey selskogo rasseleniya respubliky Mordoviya [Geoinformation-Cartographic Support for Studies of the Spatio-Temporal Features of Rural Settlement of the Republic of Mordovia]. *InterKarto. InterGIS*, 2017, vol. 23, no. 2, pp. 64-77.

8. Kuratova, E.S., Tereshina N.V. Transportnaya dostupnost' i povyshenie sotsial'no-ekonomicheskogo statusa territorii evropeiskogo severo-vostoka Rossii [Transport accessibility and improving the socio-economic status of the territories of the European northeast of Russia]. *Transportnoe delo Rossii*, 2019, no. 5, pp. 77-79.

9. Leonov V.V., Dolgushin A.V., Maksimov S.O. Otsenka transportnoi dostupnosti gosudarstvennykh organizatsii zdavookhraneniya goroda Moskvy [Assessment of transport accessibility of public health organizations in Moscow]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 19-23. DOI: <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.08.19-23>.

10. Rudneva O.S., Sokolov A.A. Strukturnaya evolyutsiya seti selskogo rasseleniya v regionah stepnoy zony Rossii [Structural Evolution of the Rural Settlement Network in the Regions of the Steppe Zone of Russia]. *Russian Economic Bulletin*, 2019, vol. 2, pp. 280-285.

11. Timonin S.A. Geoinformatsionnye modeli rasseleniya naseleniya i ih primeneniye [Geoinformation Models of Population Distribution and Their Application]. *ArcReview*, 2011, no. 3, p. 7.

12. Lavrinenko P.A., Romashina A.A., Stepanov P.S., Chistyakov P.A. Transportnaya dostupnost' kak indikator razvitiya regiona [Transport accessibility as an indicator of regional development]. *Problemy prognozirovaniya*, 2019, no. 6 (177), pp. 136-146.

13. Khavanskaya N.M., Alyaev V.A., Semenova D.A. Kartograficheskie metody issledovaniya sistemy sel'skogo rasseleniya volgogradskoi oblasti [Cartographic methods of research of the rural settlement system of the Volgograd region]. *Prirodnye sistemy i resursy*, 2019, Vol. 9, no 4, pp. 64-71.

14. Khavanskaya N.M., Shinkarenko S.S. Otsenka uslovii transportnoi dostupnosti sel'skikh territorii Volgogradskoi oblasti [Assessment of the conditions of transport accessibility of rural areas of the Volgograd region]. *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye v regionakh Rossii: materialy XI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Geoinformation mapping in the regions of Russia: materials of the XI All-Russian scientific and practical conference]. Voronezh, [s. n.], 2020, pp. 347-350.

15. Chepurnykh N.V., Novoselov A.L., Merzlov A.V. *Regional'noe razvitie: sel'skaya mestnost'* [Regional

development: countryside]. Moscow, nauka Publ., 2006. 490p.

16. Matiychyk O., Babenko A., Yanovsky P., Sulyma L. Estimation of transport accessibility of the capital economic region. *Eastern-European Journal*

*of Enterprise Technologies*, 2017, vol. 2, no. 3 (86), pp. 31-40. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.98118.

17. Pitts F.R. A Graph Theoretic Approach to Historical Geography. *Prof. Geogr.*, 1965, no. 17 (5), pp. 15-20.

### **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

**Vladimir A. Alyaev**, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, alyaev@volsu.ru

**Diana A. Semenova**, Senior Lecturer, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, semenova@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

**Владимир Алексеевич Аляев**, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, alyaev@volsu.ru

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



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.5>

UDC 631.4

LBC 40.3

**MORPHOLOGICAL FEATURES OF SOILS  
IN THE YELSHANKA RIVER FLOODPLAIN UNDER CONDITIONS  
OF URBOTECHNOPEDOGENESIS**

**Oleg A. Gordienko**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Igor V. Manaenkov**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Ilya A. Agapov**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The river system on the territory of Volgograd is represented by eight small rivers. Currently, in the territory of Volgograd there is an active inclusion of valley and floodplain landscapes in the urban area. Under conditions of the anthropogenic impact, the normal regime of valley and floodplain landscapes is disturbed. As a result of changes in the hydrological regime of floodplains and valleys, various morphological transformations of soil cover occur, such as the formation of specific iron and carbonate new formations, etc. As a result of economic activities, modern alluvial soils and sediments are often buried under the thickness of the anthropogenic material. The relevance of the study is due to the high recreational value of valley and floodplain landscapes. The authors analyze 6 soil profiles set up in different parts of the Yelshanka river floodplain. The description of soil sections was performed with the use of the Field Qualifier of Soils of Russia. Soil profiles were named in accordance with the Russian Soil Classification and Diagnosis (2004) and the Field Qualifier of Soils of Russia (2008). In Volgograd, as in most cities in Russia and abroad, the study of soils of floodplain landscapes is not systematic, and in some cases is limited to a certain area of research. The purpose of the work was to monitor the morphological state of the floodplain soil cover of the Yelshanka River in order to determine the degree of soils transformation in the area as a result of urbotechnopedogenesis. The studies conducted at the site allow considering that the urban soils of recreational areas are a consequence of the combined effect of zonal natural and climatic and urbanogenic factors of soil formation. Studies of soils of floodplain landscapes in the urban environment make it possible to monitor the state of natural landscapes and their transformation in conditions of urbotechnopedogenesis, as well as the development of the ecological framework of the city.

**Key words:** Volgograd, alluvial soils, anthropogenic transformation of soils, river valley, classification of soils of Russia.

**Citation.** Gordienko O.A., Manaenkov I.V., Agapov I.A. Morphological Features of Soils in the Yelshanka River Floodplain Under Conditions of Urbotechnopedogenesis. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 35-41. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.5>

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПОЙМЫ РЕКИ ЕЛЬШАНКА В УСЛОВИЯХ УРБОТЕХНОПЕДОГЕНЕЗА

**Олег Андреевич Гордиенко**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Игорь Викторович Манаенков**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Илья Александрович Агапов**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Речная сеть на территории г. Волгограда представлена восьмью малыми реками. На территории г. Волгограда в настоящее время происходит активное включение долинных и пойменных ландшафтов в городскую территорию. В условиях антропогенного воздействия нарушается нормальный режим долинных и пойменных ландшафтов. В результате изменения гидрологического режима территории пойм и долин происходят различные морфологические трансформации почвенного покрова, такие как образование специфических железистых и карбонатных новообразований и др. В результате хозяйственной деятельности современные аллювиальные почвы и отложения часто погребаются под толщей антропогенного материала. Актуальность исследования обусловлена высокой рекреационной значимостью долинных и пойменных ландшафтов. В работе были изучены 6 почвенных профилей, заложенных в различных участках поймы р. Ельшанка. Описание почвенных разрезов выполнялось с использованием полевого определителя почв России. Названия почв даны в соответствии с Классификацией и диагностикой почв России 2004 г. и полевого определителя почв России 2008 г. В Волгограде, как и в большинстве городов России и зарубежья, изучение почв пойменных ландшафтов носит несистемный характер, и в ряде случаев ограничивается определенной областью исследования. Целью работы являлся мониторинг морфологического состояния почвенного покрова поймы р. Ельшанка с целью установления степени трансформации почв территории в следствии урботехнопедогенеза. Исследования, проведенные на объекте, позволяют считать, что городские почвы рекреационных территорий являются следствием одновременного влияния зональных природно-климатических и урбаногенных факторов почвообразования. Исследования почв пойменных ландшафтов в городской среде дает возможность производить мониторинг за состоянием природных ландшафтов и их трансформацию в условиях урботехнопедогенеза, а также разработки системы экологического каркаса города.

**Ключевые слова:** Волгоград, аллювиальные почвы, антропогенная трансформация почв, речная долина, классификация почв России.

**Цитирование.** Гордиенко О. А., Манаенков И. В., Агапов И. А. Морфологические особенности почв поймы реки Ельшанка в условиях урботехнопедогенеза // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 35–41. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.5>

### Введение

Речная сеть на территории г. Волгограда представлена восьмью малыми реками. Активное включение в городскую территорию долинных, в частности, пойменных ландшафтов обусловлено рядом социально-экономических причин. Вследствие чего нарушается естественное функционирование долинных массивов, а аллювиальные почвы и отложения, как правило, трансформируются или, погребаются

ся антропогенной толщей. Трансформация естественного рельефа связано также с вертикальной планировкой территории, засыпкой оврагов, устьев рек [3].

Ельшанка – малая река в Волгограде правый приток Волги. Река является границей между Ворошиловским и Советским районами города. На всем протяжении река течет параллельно железной дороге. Русло большей частью замыто и засыпано. Нижняя часть русла целиком скрыта в ливневых

коллекторах. **Целью работы** является мониторинг морфологического состояния почвенного покрова поймы р. Ельшанка с целью установления степени трансформации почв территории в следствии урботехнопе- догенеза.

**Объектом исследования** являлись почвы поймы р. Ельшанка. Предметом – трансформация почвенного покрова при разном уровне антропогенной нагрузки на территории поймы.

### Материал и методы

В работе были изучены 6 почвенных профилей, заложенных в различных участках поймы р. Ельшанка (рис. 1). Описание почвенных разрезов выполнялось с использованием

полевого определителя почв России. Названия почв даны в соответствии с Классификацией и диагностикой почв России 2004 г. (КиДПР) и полевого определителя почв России 2008 г. [5].

### Результаты и обсуждение

В Волгограде, как и в большинстве городов России и зарубежья, изучение почв пойменных ландшафтов носит несистемный характер, и в ряде случаев ограничивается определенной областью исследования [1; 8]. Комплексное исследование, которое бы включало в себя картографирование, физические, химические, санитарно-гигиенические, биологические исследования свойств почв и определение их

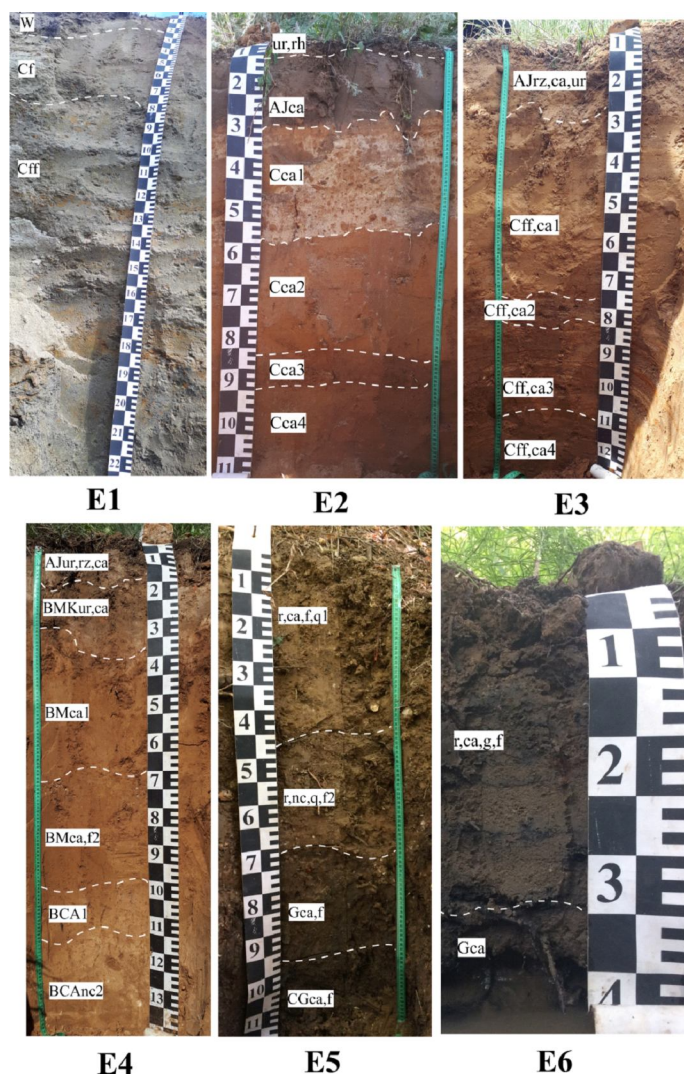


Рис. 1. Почвенные разрезы поймы р. Ельшанка



классификационного положения в различных почвенных систематиках проводилось в Москве и Санкт-Петербурге [2; 4; 6; 7].

В работе были изучены 6 почвенных профилей, заложенных в различных участках поймы р. Ельшанка. Разрез Е1 представлен насыпью и расположен в 5 м от ж/д путей. Почвообразующие породы представлены песчаными отложениями. Верхние 10 см профиля представлены маломощным горизонтом начальных стадий аккумуляции гумуса. Нижняя часть профиля слагается из транспортированных песчаных слоев. Присутствие в них железистых новообразований обусловлено наличием в толще линии водоснабжения. Данная почва имеет антропогенный генезис поскольку образована путем целенаправленной транспортировки рыхлых геологических отложений для строительства ж/д путей и прокладки линии водоснабжения. Наличие на дневной поверхности горизонта начальных стадий аккумуляции гумуса и ниже рыхлой породы песчаного гранулометрического состава позволяет отнести данную почву к отделу слабозрелых почв к типу псаммоземов гумусовых к псевдофибровому подтипу.

Разрез Е2 заложен в 10 м от железнодорожной насыпи на склоне. Почвообразующие породы представлены аллювиальными карбонатными отложениями. В целом несмотря на наличие рядом крупного антропогенного объекта (ж/д пути) почва исследуемого разреза естественная. Верхняя часть разреза представлена маломощным (4 см) слоем антропогенных включений и дернины. Вскипание от НС1 отмечается с поверхности. Антропогенные включения представлены преимущественно бытовым и строи-

тельным мусором. Ниже располагается супесчаный светлогумусовый горизонт АJca. Под ним залегают слои аллювиальных отложений, содержащих карбонатную пропитку. Начиная с 76 до 93 см фиксируется погребенный горизонт АJca2 более темной окраски чем выше и ниже лежащие слои. Сочетание гумусового горизонта и ниже слоистых аллювиальных отложений позволяет отнести данную почву к стволу синлитогенного почвообразования к отделу аллювиальных почв к аллювиальному светлогумусовому типу к урбостратифицированному подтипу. В актуальной версии КиДПР, а также Полевого определителя почв нет аллювиальных почв со светлогумусовым горизонтом, однако по цветовому и морфологическому описанию верхний гумусо-аккумулятивный горизонт разреза Е2 идентифицирован нами как светлогумусовый (AJ).

Разрез Е3 заложен в 50 м от разреза Е2. Почвообразующие породы представлены аллювиальными ожеженными карбонатными отложениями. Разрез на типовом уровне идентичен разрезу Е2, однако на подтиповом уровне заметно отличается, поскольку процессы, протекающие в нем, существенно изменили морфологические характеристики почвенных горизонтов. На дневной поверхности расположен светлогумусовый горизонт, полностью пронизанный корнями травянистых растений, а также содержащий с поверхности антропогенные включения в виде строительного и бытового мусора. Расположенные ниже слои аллювиальных отложений отличаются от слоев в разрезе Е2 более высокой степенью увлажнения, а также наличием железистых новообразований в виде псевдофибр диаметром 0,1–0,2 см (рис. 2). На глубине 75–82 см фикс-



Рис. 2. Железистые новообразования в виде псевдофибр в разрезе Е3

сируется погребенный горизонт AJff,ca2. Данный разрез идентифицирован нами как аллювиальная светлогумусовая псевдофибровая урбостратифицированная почва.

Разрез E4. Почвообразующие породы представлены карбонатными лессовидными суглинками. Поскольку разрез находится на более высоком участке поверхности чем остальные пойменный процесс не участвовал в формировании данной почвы. Сверху располагается светлогумусовый горизонт светло-серого цвета с признаками урботехногенеза в виде включений строительного и бытового мусора. Ниже него – ксерометаморфический горизонт VMKug, также содержащий антропогенные включения. Горизонт мелкокомковатой структуры, легкосуглинистого гранулометрического состава, вскипание сплошное, что свидетельствует о наличии карбонатной пропитки. С глубины 34 см нами выделен структурно-метаморфический горизонт VM. Горизонт разделен нами на два поскольку, начиная с 64 см в горизонте фиксируются железистые новообразования, а также включения в виде ракушек. Вскипание в горизонте сплошное, структура преимущественно глыбистая. Ниже располагаются два аккумулятивно-карбонатных горизонта BSA, однако во втором (BSAпс2) начиная с глубины 110 см морфологически выделены сегрегационные формы карбонатных новообразований различного диаметра, тогда как в вышележащем (BSA1) они преимущественно в форме карбонатной пропитки. Сочетания ксерометаморфического и аккумулятивно-карбонатного горизонтов позволяет отнести данную почву к отделу светлогумусовых аккумулятивно-карбонатных почв к каштановому типу к урбостратифицированному подтипу.

Разрез E5 заложен на склоне вниз к днищу балки. Почвообразующие породы представлены делювиальными карбонатными отложениями. Начиная с поверхности и до 36 см нами выделен малый стратифицирующий признак r1 темных тонов, комковатой структуры, тяжелого гранулометрического состава, бурно вскипающий от HCl и содержащий оливковые пятна оглеения. Под ним расположен второй стратифицирующий признак (r2) отличающийся от первого выделением в почвенной массе карбонатных новообразований сегрегационной

формы. Оба признака характеризуются наличием железистых новообразований. Под ними залегает плотный глинистый глеевый горизонт темно-серой окраски. В почвенной массе горизонта фиксируется обилие неразложившихся органических остатков, а также мучнистые формы карбонатных новообразований. С 88 см выделен переходный к почвообразующей породе горизонт CGf,ca. Новообразования по большей части идентичны вышележащему, однако выше насыщенность влагой и отсутствуют вторичные карбонатные новообразования. Наличие на дневной поверхности стратифицирующего материала позволяет отнести данный почвенный профиль к отделу стратоземов к типу стратоземов светлогумусовых и глееватому подтипу.

Разрез E6 заложен в днище поймы. Почвообразующие породы представлены карбонатными аллювиальными отложениями. Верхняя часть профиля представлена слоистым бесструктурным материалом, содержащим ржавые и черные пятна, а также большое количество слабообразованных органических остатков. Начиная с 31 см и до 40 см выделен глеевый горизонт сырой, супесчаный с черными мажущими пятнами от неразложившихся органических остатков. Поскольку разрез заложен в днище поймы грунтовые воды в нем начинаются с 40 см. Данный почвенный разрез классифицирован нами как стратозем светлогумусовый глееватый.

### Заключение

Таким образом, проанализировав морфологические особенности почвенных разрезов территории поймы р. Ельшанка можно сделать следующие выводы:

1. Почвенный покров территории несет на себе отпечаток структуры и характера землепользования и представляет собой многообразие почвенных комбинаций как природного, так и антропогенного происхождения.

2. При проведении исследований на территории исследования было установлено, что во всех почвенных разрезах обнаружен ряд признаков антропогенной трансформации почв. Однако для каждого из разрезов степень трансформации была разной.

3. Для всех исследуемых почвенных разрезов характерно наличие в верхней части профиля маломощного (до 5 см) антропогенного слоя, образованного естественной аккумуляцией пылеватых частиц и твердого бытового мусора.

Исследования почв пойменных ландшафтов в городской среде дает возможность производить мониторинг состояния природных ландшафтов и их трансформации в условиях урботехногенеза, что служит основой для разработки системы экологического каркаса города.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимова, М. И. Признаки природной и антропогенной эволюции в микростроении почв Быковского расширения Москворецкой поймы / М. И. Герасимова, Н. В. Савицкая // Почвоведение. – 2020. – № 7. – С. 860–870. – DOI: <http://dx.doi.org/10.31857/S0032180X20070035>.

2. Иванников, Ф. А. Техногенные почвоподобные тела речной долины и их трансформация в условиях города (на примере долины р. Москвы) / Ф. А. Иванников, Т. В. Прокофьева // Вестник Московского университета. Серия 17, Почвоведение. – 2010. – № 4. – С. 10–15.

3. Коростелева, Н. В. Градостроительный потенциал пойменных территорий малых рек на примере города Волгограда / Н. В. Коростелева, Р. Р. Бикмухамедова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 47, № 66. – С. 495–504.

4. Морфологическая диагностика почвообразования в поймах рек на территории г. Москвы / Т. В. Прокофьева [и др.] // Почвоведение. – 2010. – № 4. – С. 399–411. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S1064229310040022>.

5. Полевой определитель почв России. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.

6. Прокофьева, Т. В. Долина Москвы-реки и почвы столицы / Т. В. Прокофьева, О. А. Варава // Природа. – 2013. – Т. 6, № 1174. – С. 33–43.

7. Ecotoxicological state and pollution status of alluvial soils of St. Petersburg, Russian Federation / V. Polyakov [et al.] // Soil Science Annual. – 2020. – Vol. 71, № 3. – P. 221–235. – DOI: <https://doi.org/10.37501/soilsa/127089>.

8. Mapping and assessment of sealing rate of soils in the city of Volgograd / O. A. Gordienko [et al.] // Eurasian Soil Sci. – 2019. – № 11. – С. 1439–1446. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S106422931911005X>.

#### REFERENCES

1. Gerasimova M.I., Savitskaya N.V. Priznaki prirodnoj i antropogennoj evolyucii v mikrostroenii pochv Bykovskogo rasshireniya Moskvoreckoj pojmy [Micromorphological interpretation of natural and anthropogenic evolution of soils in Bykovo lacustrine-alluvial section of the Moscow river floodplain]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Sci], 2020, no. 7, pp. 860-870. DOI: <http://dx.doi.org/10.31857/S0032180X20070035>.

2. Ivannikov F.A., Prokofieva T.V. Tekhnogennye pochvopodobnye tela rečnoj doliny i ih transformaciya v usloviyah goroda (na primere doliny r. Moskvy) [Properties and evolution of artificial soil-like bodies of Moscow-river valley in the urban environment]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17, Pochvovedenie* [Moscow University Soil Science Bulletin], 2010, no. 4, pp. 10-15.

3. Korosteleva N.V., Bikmuhamedova R.R. Gradostroitel'nyj potencial pojimennyh territorij malyh rek na primere goroda Volgograda [Urban development potential of floodplain territories of small rivers by the example of the city of Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd state university of architecture and civil engineering], 2017, no. 47 (66), pp. 495-504.

4. Prokof'eva T.V., Varava O.A., Sedov S.N., Kuznecova A.M. Morfologicheskaya diagnostika pochvoobrazovaniya v pojмах rek na territorii g. Moskvy [Morphological diagnostics of pedogenesis on the anthropogenically transformed floodplains in Moscow]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Sci], 2010, no. 4, pp. 399-411. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S1064229310040022>.

5. *Polevoy opredelitel pochv Rossii* [Field determinant of soils of Russia]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 2008. 182 p.

6. Prokofieva T.V., Varava O.A. Dolina Moskvyy-reki i pochvy stolicy [Valley of the Moscow river and soils of the capital]. *Priroda*, 2013, no. 6 (1174), pp. 33-43.

7. Polyakov V., Reznichenko O., Kostecki J., Abakumov E. Ecotoxicological state and pollution status of alluvial soils of St. Petersburg, Russian Federation. *Soil Science Annual*, 2020, no. 71 (3), pp. 221-235. DOI: <https://doi.org/10.37501/soilsa/127089>.

8. Gordienko O.A., Manaenkov I.V., Kholodenko A.V., Ivantsova E.A. Mapping and Assessment of Sealing Rate of Soils in the City of Volgograd. *Eurasian Soil Sci*, 2019, no. 11, pp. 1439-1446. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S106422931911005X>.



### Information About the Authors

**Oleg A. Gordienko**, Assistant Lecturer, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, oleg.gordienko.95@bk.ru

**Igor V. Manaenkov**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, manaenkov@volsu.ru

**Илья А. Агапов**, Master Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, weathermaker@yandex.ru

### Информация об авторах

**Олег Андреевич Гордиенко**, ассистент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, oleg.gordienko.95@bk.ru

**Игорь Викторович Манаенков**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, manaenkov@volsu.ru

**Илья Александрович Агапов**, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, weathermaker@yandex.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.6>

UDC 634.4

LBC 4.40.3

## FEATURES OF THE SOIL COVER OF THE SEMI-DESERT ECOTONE IN THE SOUTH OF THE VOLGA UPLAND

**Gleb A. Rulev**

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

**Alexander S. Rulev**

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

**Abstract.** The semi-desert ecotone of the south of the Volga Upland is part of the zonal macroecotone bordering the Eastern European steppes from the southeast. Under strained hydrothermal conditions, the microrelief plays a decisive role in the redistribution of atmospheric moisture. This article contains materials from 10-year studies of the soil and landscape cover of the contact zone of the south of the Volga Upland and the northern end of Ergeni. The so-called three-membered complex described 100 years ago by N.A. Dimo and B.A. Keller is not traced in the soil cover. The methodology of landscape-catenary sections was used by laying soil-geomorphological profiles and drilling wells with subsequent sampling of soils at 5 test sites. The soil cover of the watersheds of the sites is represented by complexes of light chestnut low-humic weakly alkalized medium- and heavy-loam soils. A smaller area is occupied by meadow-chestnut soils of cavities and solonets. The structure of the soil cover of the slopes includes combinations and variations that transform into mesocatenes. In the mesocatene of balkas, zonal light chestnut turn into metamorphosed meadow-chestnut soils or drift dark-colored soils of the bottom of balkas. The semi-desert ecotone is almost completely located within the boundaries of the spread of light chestnut soils in Volgograd region. The structure of the soil cover of the ecotone is dominated by a twofold complex, where zonal light chestnut soils in combination with meadow-chestnut soils of cavities and solonets.

**Key words:** ecotone, catena, soil cover, mesorelief, granulometric composition, microrelief, cavity, padina.

**Citation.** Rulev G.A., Rulev A.S. Features of the Soil Cover of the Semi-Desert Ecotone in the South of the Volga Upland. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 42-49. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.6>

УДК 634.4

ББК 4.40.3

## ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЛУПУСТЫННОГО ЭКОТОНА ЮГА ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

**Глеб Александрович Рулев**

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

**Александр Сергеевич Рулев**

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

**Аннотация.** Полупустынный экотон юга Приволжской возвышенности входит в зональный макроэко-тон, окаймляющий с юго-востока восточноевропейские степи. В условиях напряженного гидротермическо-

го режима микрорельеф играет определяющую роль в перераспределении атмосферной влаги. В данной статье приведены материалы 10-летних исследований почвенно-ландшафтного покрова зоны контакта юга Приволжской возвышенности и Северного окончания Ергеней. В почвенном покрове не прослеживается так называемый трехчленный комплекс, описанный еще 100 лет назад Н.А. Димо и Б.А. Келлером. Использовалась методология ландшафтно-катенарных сечений путем закладки почвенно-геоморфологических профилей и бурением скважин с последующим отбором образцов почв на 5 тестовых полигонах. Почвенный покров водоразделов полигонов представлен комплексами светло-каштановых малогумусных слабосолонцеватых средне- и тяжелосуглинистых почв. Меньшую площадь занимают лугово-каштановые почвы западин и солонцы. Структура почвенного покрова склонов включает сочетания и вариации, которые трансформируются в мезокатены. В мезокатене балок зональные светло-каштановые переходят в метаморфизированные лугово-каштановые почвы или намытые темноцветные почвы днищ балок. Полупустынный экотон практически полностью расположен в границах распространения светло-каштановых почв на территории Волгоградской области. В структуре почвенного покрова экотона преобладает двучленный комплекс, где зональные светло-каштановые почвы в сочетании с лугово-каштановыми почвами западин и солонцы.

**Ключевые слова:** экотон, катена, почвенный покров, мезорельеф, гранулометрический состав, микрорельеф, западина, падина.

**Цитирование.** Рулев Г. А., Рулев А. С. Особенности почвенного покрова полупустынного экотона юга Приволжской возвышенности // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 42–49. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.6>

## Введение

Полупустынный экотон юга Приволжской возвышенности практически полностью находится в границах распространения светло-каштановых почв. Этот экотон входит в зональный макроэкотон, окаймляющий с юго-востока восточноевропейские степи [9; 10].

В условиях напряженного гидротермического режима полупустыни микрорельеф играет определяющую роль в перераспределении атмосферной и почвенно-грунтовой влаги. Как следствие, на плоскозападинной равнине сформировалась дробная и достаточно контрастная фациальная структура – так называемый трехчленный комплекс, описанный еще 100 лет назад Н.А. Димо и Б.А. Келлером [4]. Каждый из его членов размещается на определенных формах и элементах микрорельефа. При этом образуются микрокатены, включающие несколько высотных ярусов. Сверху вниз по катене друг друга сменяют: а) галофитно-пустынные фации микроповышений; б) пустынно-степные фации межзападинных ложбинообразных понижений и микросклонов к западинам; в) степные и лугово-степные фации микрозападин [9].

В полого-волнистом мезорельефе полупустынного экотона юга Приволжской возвышенности не прослеживается четкая картина трехчленного комплекса почвенно-ландшаф-

тного покрова. Однако лугово-каштановые (гидрометаморфизированные) почвы западин играют важнейшую роль в структуре почвенного покрова.

Несмотря на крайне малый размах высот, в микрокатене четко проявляется высотная и латеральная поляризация. На одном ее полюсе – в микрозападине – развиваются степные фации. На другом – на межзападном микроповышении – фации пустынные. Промежуточную позицию занимают «зажатые» между крайними членами комплекса типично зональные для полупустыни фации. На их долю приходится роль катенарного микроэкотона. В описанном трехчлене нетрудно увидеть своеобразное преломление известного «правила предварения» В.В. АLEXИНА [1].

В данной статье приведены материалы 10-летних исследований (2010–2020 гг.) почвенно-ландшафтного покрова зоны контакта юга Приволжской возвышенности и Северных Ергеней.

Цель исследований – выявить особенности почвенного покрова полупустынного экотона юга Приволжской возвышенности. В задачи исследований входило изучение структур почвенного покрова различного уровня сложности путем закладки почвенно-геоморфологических профилей и бурением скважин с последующим отбором образцов почв на тестовых полигонах.

### Материалы и методы исследования

Использовалась методология ландшафтно-катенарных сечений, включающая изучение: мезорельефа, пластики рельефа (соотношение положительных и отрицательных элементов мезорельефа), микрорельеф и структуру почвенного покрова.

Эта методология основывается на сравнительно-географическом подходе В.И. Фридланда [5; 16]. Он включает описание таксономических признаков почв (полевое название), мезорельефа (плакоры, низины, мезосклоны), условия увлажнения (автоморфные, гидроморфные, полугидроморфные), литологический состав пород, гранулометрический состав, карбонатность (глубина вскипания), мощность гумусового горизонта (A+AB<sub>1</sub>, см).

Выделяются шесть групп почвенных комбинаций:

1. Комплексы – обусловлены микрорельефом, почвы контрастно различаются.
2. Пятнистости – то же что комплексы, но почвы слабоконтрастны.
3. Сочетания – обусловлены мезорельефом, вышележающие почвы воздействуют на нижележающие.
4. Вариации – то же что сочетания, но почвы слабоконтрастны.
5. Мозаики – обусловлены различиями в почвообразующих породах, представлены резко контрастными почвами.
6. Ташеты – представлены слабоконтрастными почвами, формируются под воздействием биологических факторов, например, смены растительности.

Основной объект исследований мезокатены [13], которые состоят из почвенных комбинаций, которые по степени сложности делятся на 2 уровня. Простые почвенные комбинации образованы элементарными почвенными ареалами, например, комплексы солонцов и каштановых почв. Сложные почвенные комбинации, компонентами которых являются простые почвенные, представляют собой второй уровень сложных единиц почвенного покрова или третий уровень таксономических единиц почвенного покрова. К числу сложных комбинаций относятся только сочетания, вариации, мозаики и ташеты.

Исследования проводились на полигонах «Дубовка», «Городище», «Лысая гора», относящихся к полупустынному экотону юга Приволжской возвышенности, а также на полигонах «Чапурниковская балка», «Тингута» – Северные Ергени.

### Результаты и обсуждение

В «Классификации почв России» 2004 г. [11; 17] систематика почв каштанового типа претерпела существенные изменения. Подтипы каштановых и светло-каштановых почв выделяются на уровне типа в отделе аккумулятивно-карбонатных малогумусовых почв под названием «каштановые почвы». Некоторая часть светло-каштановых почв отнесена к типу бурых почв этого же отдела. Неполноразвитый род помещен вместе с неполноразвитыми бурыми полупустынными почвами в отдел органо-аккумулятивных почв под названием светло-гумусовые почвы. Темно-каштановые почвы отнесены к другому отделу. Они совместно с черноземами южными образуют тип черноземов текстурно-карбонатных в отделе аккумулятивно-гумусовых почв.

Разделение типа на подтипы в классификации 2004 года осуществлено по признакам солонцеватости, засоления и гидроморфизма, а также в связи с агрогенными нарушениями верхней части профиля. Выделено 5 подтипов: типичные, солонцеватые, засоленные, гидрометаморфозные (по классификации 1977 г. [6] – это луговато-каштановые почвы) и турбированные.

Согласно данным по гранулометрическому составу полигона «Дубовка» (см. табл. 1), характеризуются почвы суглинистые и тяжелосуглинистые с доминирующими фракциями в порядке убывания их доли: мелкого песка (0,05–0,25 мм), ила (<0,001 мм) и крупной пыли (0,01–0,05 мм). Самую большую долю составляет фракция мелкого песка – от 23 до 49 %, преимущественно 30–40 %. Содержание илистой фракции изменяется в пределах 20–28 %. На долю крупной пыли приходится от 12 до 32 %, чаще 15–25 %.

Количество гумуса в поверхностном горизонте варьирует от 0,87 до 0,52 %, в горизонте АВ – 0,77–0,43 %, в материнской поро-

де С (80–120 см) – 0,21–0,17 %. Наибольшее содержание углерода приурочено к горизонту А (0–20 см) – 0,49–0,29 %. Вниз по почвенному профилю содержание углерода падает. Отмечается облегчение гранулометрического состава до суглинка среднего. Содержание гумуса представлено в таблице 2.

На полигоне «Дубовка» почвенный покров водоразделов представлен комплексами светло-каштановых и каштановых малогумусных слабосолонцеватых средне- и тяжелосуглинистых почв. Меньшую площадь занимают лугово-каштановые почвы и солонцы. По лесорастительным свойствам выделяется следующий ряд: лугово-каштановые (лучшие), каштановые и светло-каштановые почвы, сильносолонцеватые почвы и солонцы (худшие) [8; 12].

Лугово-каштановые почвы, залегающие в слабых микропонижениях (западинах), обладают наиболее благоприятным водным режимом.

Почвы западин развиваются под влиянием дополнительного увлажнения за счет поверхностного стока и мощной травянистой растительности. Это усиливает дерновый процесс почвообразования, степень выраженности которого зависит от глубины западины. Чем больше глубина западины, тем больший слой воды в ней накапливается, глубже промачивается и выщелачивается почва, лучше развивается растительность, больше образуется гумуса при ее разложении. Почвы западин можно разделить на лугово-каштановые в мелких, глубиной до 20 см западинах, гумусовый горизонт А+В<sub>1</sub> 40–60 см и

Таблица 1

## Гранулометрический состав светло-каштановой почвы (полигон «Дубовка»)

Ключевой участок	Глубина	Гигр. влажность, %	Размер фракции, мм						Физ. глина	Название почв по ГМС
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
1	0-20	13,6	7,8	30,7	12,0	6,4	17,0	26,1	38,5	Суглинок средний
	20-40	4,16	7,7	32,2	5,5	6,3	19,1	29,2	30,9	Суглинок средний
	40-60	3,0	9,0	49,6	5,6	6,5	20,1	9,2	32,2	Суглинок средний
	60-80	3,1	3,2	38,9	14,0	7,8	23,6	12,5	40,0	Суглинок средний
	80-100	4,2	6,6	39,3	7,25	7,1	18,4	21,35	32,75	Суглинок средний
	100-120	3,1	3,65	46,0	9,0	6,1	25,9	41,35	40,9	Суглинок средний
	120-140	4,2	2,4	37,7	16,6	7,8	24,3	11,2	48,7	Суглинок тяжелый
2	0-20	4,2	0,51	44,9	0,91	15,5	32,2	7,5	47,6	Суглинок тяжелый
	20-40	5,3	0,41	1,39	12,6	12,1	28,3	44,7	53,0	Суглинок тяжелый
	40-60	4,2	0,38	39,9	9,3	13,0	27,6	9,7	49,9	Суглинок тяжелый
	60-80	4,2	0,33	41,9	8,2	13,0	27,3	9,5	48,5	Суглинок тяжелый
	80-100	4,2	1,27	43,3	6,0	11,6	25,05	12,7	42,6	Суглинок средний
	100-120	3,1	0,63	44,7	8,1	11,8	27,9	6,9	47,8	Суглинок тяжелый
	120-140	4,2	0,63	21,2	22,2	9,3	31,8	14,9	63,3	Глина легкая

Таблица 2

## Содержание углерода и гумуса в светло-каштановой почве (полигон «Дубовка»)

Ключевой участок	Глубина	Содержание углерода, %	Содержание гумуса, %
1	0-20	0,49	0,87
	20-40	0,43	0,77
	40-60	0,53	0,94
	60-80	0,46	0,81
	80-100	0,12	0,21
	100-120	0,12	0,21
2	0-20	0,29	0,52
	20-40	0,24	0,43
	40-60	0,05	0,09
	60-80	0,07	0,13
	80-100	0,09	0,17
	100-120	0,01	0,08

мощные темноцветные почвы (черноземовидные) глубоких бессточных западин и балок, где толщина гумусового горизонта достигает 70–100 см [2; 3].

С целью получения дополнительной информации о пространственном распределении отрицательных форм мезо- и микрорельефа (падин и западин), как наиболее ценных экотопов для лесомелиорации, был проведен анализ их морфометрических показателей. Западины представляют собой замкнутые понижения с плоским и слабо вогнутым дном диаметром от 1 до 20–30 м и глубиной 5–50 см, имеют круглую, овальную, грушевидную форму или неправильные сочетания. Падины представляют собой замкнутые неглубокие (1,0–1,5 м) понижения.

Статистическая обработка данных по встречаемости западин с различной площадью позволила установить, что распределение площадей западин и падин имеет логарифмически нормальный характер [13].

На основании проведенных исследований предлагается следующая классификация западин и падин в зависимости от их площади: западины мелкие (<0,01 га), средние (0,01–0,05 га), крупные (0,05–0,25 га); падины мелкие (0,25–2,5 га), средние (2,5–5,0 га), крупные (5,0–50 га), сверхкрупные (>50 га).

Структура почвенного покрова полигонов «Городище» и «Лысяя гора» принципиально не

отличается от почвенного покрова полигона «Дубовка» и ранее их описание в совместных работах опубликовано [14; 15]

Полупустынный экотон южного окончания Приволжской возвышенности в районе балки Отрада переходит в северное окончание Ергенинской возвышенности.

Чапурниковская балка имеет протяженность 4 км, она простирается с севера на юго-запад, имея в плане дугообразную форму и многочисленные отвершки. Густота эрозионного расчленения достигает 1,5 км на км<sup>2</sup>. Характер расчленения почти симметричный. Глубина основного вреза достигает 30–35 м в средней части, уменьшаясь в низовье до 10 м. Абсолютные высоты +120, +140 метров. Плато сложено с поверхности мощной, свыше 30 м толщей неогеновых (ергенинских) белых песков, мелко- и среднезернистых, переполненных стяжениями рыхлых песчаников, так называемых «фигурных». Горизонт ергенинских песков местами покрыт суглинками желто-бурого цвета.

В таблице 3 дана характеристика гранулометрического состава почв балки. В.М. Кретинин [7] выделяет в мезокатене Чапурниковской балки следующие типы почв.

Зональные светло-каштановые почвы водоразделов и склонов характеризуются маломощностью, укороченностью почвенного профиля, малогумусностью, легким грану-

Таблица 3

**Характеристика светло-каштановых почв по гранулометрическому составу (тестовый полигон «Чапурники»)**

Типы почв	Горизонт, глубина, см	Гумус, % (по Тюри-ну)	Гранулометрический состав, %; размер части, мм							Сумма час-тиц <0,01
			>1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
Светло-каштановая суглинистая	А <sub>п</sub> 0-6	2,42	–	0,3	7,7	34,4	12,7	12,0	30,7	55,4
	В <sub>1</sub> 18-28	1,51	–	0,2	6,2	34,8	6,7	11,8	37,7	56,2
	В <sub>2</sub> 28-38	1,25	–	–	4,8	36,0	6,0	9,9	36,0	54,9
	В <sub>С</sub> 40-50	1,00	–	0,2	4,6	33,7	6,3	8,5	31,1	45,9
	С 60-70	–	–	–	8,1	34,2	5,7	8,9	24,9	49,5
Светло-каштановая суглинистая, сильно солонцеватая	А <sub>1</sub> 0-10	1,56	0,7	4,5	24,2	34,0	5,2	5,6	23,8	34,6
	А <sub>2</sub> 10-17	1,55	0,7	4,3	23,9	35,6	4,3	6,8	23,2	34,3
	В <sub>1</sub> 20-30	1,09	0,3	2,9	16,2	30,1	7,0	4,8	36,4	49,2
Лугово-каштановая намытая суглинистая	А <sub>п</sub> 0-6	3,27	–	0,8	8,5	34,4	6,5	11,4	33,6	51,5
	А <sub>1</sub> 10-20	4,21	–	1,7	7,8	37,1	6,2	10,7	34,0	51,7
	В <sub>2</sub> 50-60	2,05	–	1,0	8,5	38,7	6,2	9,4	34,4	50,0
	С <sub>1</sub> 90-100	–	–	1,1	8,9	38,4	6,0	нет	нет	нет

лометрическим составом, эродированностью и слабой засоленностью.

Второй тип представлен лесо-каштановыми среднегумусными маломощными легкосуглинистыми почвами. Он располагается в верховьях гидрографической балочной сети и на нижнем склоне балки.

Почвы сформировались под нагорными байрачными лесами (преимущественно дубравами порослевого и семенного происхождения). Почвы незасоленные, на поверхности образован слой лесной подстилки. Водный режим почвы относят к промывному и периодически-промывному типам. Характерно дополнительное увлажнение за счет поверхностного стока талых и ливневых вод. Почвы относятся к первой группе лесопригодности.

Следующий тип представлен луговато-лесными, гумусовыми маломощными суглинистыми почвами днищ балок на аллювиальных супесях и суглинках. Почвы сформировались под байрачными дубравами с участием злаково-разнотравной растительности. На поверхности почвы слой лесной подстилки. Почвы незасоленные, характерен промывной тип водного режима. Грунтовые воды залегают на глубине 3–5 м. Отмечено захламенение почв, хищение верхнего плодородного горизонта.

Четвертый тип представлен аллювиальными темноцветными гумусными среднетяжелосуглинистыми лесными почвами

на суглинках. Почвы сформировались под ольшаником, представленным тополем черным. Участие травянистой растительности в почвообразовании ограниченное. Характерно обильное увлажнение за счет поверхностного и внутригрунтового стока, выхода родников. Верховодка залегает на глубине 1–2 м. На поверхности почвы лесная подстилка относительно тонкая из-за ускоренного разложения опада. В нижней части профиля отмечается оглеение, переувлажнение. Почвы незасоленные, обладают высокой лесопригодностью.

Все лесные почвы Чапурниковской балки в Красной книге почв Волгоградской области [7] отнесены к категориям эталонов на территории России. Они нуждаются в охране и изучении, классификации.

Почвенный покров полигона «Тингута» представлен среднесуглинистыми, легкосуглинистыми и супесчаными светло-каштановыми почвами. Гранулометрический состав показан в таблице 4. Засоленность таких почв небольшая. Агроземы сельскохозяйственных полей малогумусные, незасоленные. Почвы западин и днищ балок – лугово-каштановые, среднегумусные, среднетяжелосуглинистые и суглинистые.

### Заключение

Полупустынный экотон юга Приволжской возвышенности практически полностью

Таблица 4

### Характеристика светло-каштановых почв (тестовый полигон «Тингута»)

Типы почвы	Горизонт, глубина, см	Гумус, % (по Тюрину)	Гранулометрический состав, %; размер части, мм							Сумма частиц <0,01
			>1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
Светло-каштановая среднесуглинистая	A <sub>1</sub> 5-15	1,41	0,5	7,4	32,9	22,0	7,5	–	22,7	30,2
	B <sub>2</sub> 15-25	1,00	0,4	6,4	22,8	25,3	4,7	3,8	25,1	33,6
	C <sub>1</sub> 30-40	0,59	0,5	6,5	24,2	22,9	6,1	1,0	22,7	29,8
	C <sub>2</sub> 40-50	0,46	0,5	6,9	22,2	25,4	4,7	3,2	20,3	28,2
Светло-каштановая легкосуглинистая	A <sub>1</sub> 15-25	1,85	0,3	5,9	25,7	28,6	4,2	4,4	22,7	31,3
	B <sub>1</sub> 30-40	1,63	0,2	5,5	24,4	26,6	5,4	4,9	22,3	32,6
	B <sub>2</sub> 48-56	1,24	0,3	9,9	24,4	23,9	1,8	5,3	19,8	26,9
	C <sub>1</sub> 70-80	–	0,2	3,8	10,7	36,1	5,4	4,1	24,7	34,2
Лугово-каштановая среднесуглинистая	A <sub>1</sub> 8-20	3,15	–	4,6	36,4	34,7	7,6	12,2	3,9	25,1
	B <sub>1</sub> 20-30	1,49	–	4,0	40,0	24,7	10,3	14,5	5,1	31,3
	B <sub>2</sub> 40-55	1,93	–	3,2	52,2	14,7	8,7	13,7	6,5	31,4
	C <sub>1</sub> 90-100	–	–	9,4	37,4	22,4	5,5	11,2	4,7	22,9
	C <sub>2</sub> 190-200	–	–	7,4	46,0	22,4	6,8	8,6	3,9	20,8

расположен в границах распространения светло-каштановых почв на территории Волгоградской области. В структуре почвенного покрова экотона преобладает двучленный комплекс, где лугово-каштановые почвы западин играют важнейшую роль.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин, В. В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения / В. В. Алехин. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 211 с.
2. Вадюнина, А. Ф. Агрофизическая и мелиоративная характеристика почв юго-востока европейской части СССР / А. Ф. Вадюнина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.
3. Васильков, В. Ф. Почвы Юга России / В. Ф. Васильков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов н/Д : Эверест, 2008. – 276 с.
4. Дино, Н. А. В области полупустыни. Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии / Н. А. Дино, Б. А. Келлер. – Саратов : Изд-во Саратов. Губерн. Земства. Почв. лаб., 1907. – 578 с.
5. Евдокимова, Т. И. Почвенная съемка / Т. И. Евдокимова. – М. : Изд-во МГУ, 1981. – 264 с.
6. Иванова, Е. Н. Классификация и диагностика почв СССР / Е. Н. Евдокимова. – М. : Наука, 1976. – 226 с.
7. Красная книга почв Волгоградской области / К. Н. Кулик, В. М. Кретинин, А. С. Рулев, В. М. Шишкунов. – М. : Изд-во «Волгоград», 2017. – 224 с.
8. Кретинин, В. М. Агролесомелиорация почв / В. М. Кретинин. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2009. – 198 с.
9. Николаев, В. А. Евразийская полупустыня (к 100-летию открытия полупустынной природной зоны) / В. А. Николаев // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 2007. – № 6. – С. 3–9.
10. Николаев, В. А. Ландшафтный экотон в прикаспийской полупустыне / В. А. Николаев, И. В. Копыл, Г. В. Линдеман // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 1997. – № 2. – С. 34–39.
11. Полевой определитель почв России. – М. : Почв. ин-т В. В. Докучаева, 2008. – 182 с.
12. Полезащитное лесоразведение на каштановых почвах. – М. : Изд-во МГУ, 1971. – Вып. 2. – 238 с.
13. Рулев, А. С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации / А. С. Рулев. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2007. – 160 с.
14. Рулев, А. С. Характеристика каштановых почв придорожных лесомелиоративных комплексов

/ А. С. Рулев, Г. А. Рулев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2018. – Т. 2, № 50. – С. 91–100.

15. Рулев Г.А. Почвенно-геоморфологический анализ придорожных лесомелиорируемых комплексов / Г. А. Рулев, А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2018. – Т. 1, № 49. – С. 123–131. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-02-123-131>.
16. Фридланд, В. М. Структура почвенного покрова / В. М. Фридланд. – М. : Мысль, 1972. – 416 с.
17. Шишов, Л. Л. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

### REFERENCES

1. Alyokhin V.V. *Teoreticheskie problemy fitotsenologii i stepvedeniia* [Theoretical Problems of Phytocenology and Steppe studies]. Moscow, Izd-vo MGU, 1986. 211 p.
2. Vadyunina A.F. *Agrofizicheskaia i meliorativnaia kharakteristika pochv iugo-vostoka evropeiskoi chasti SSSR* [Agrophysical and Meliorative Characteristics of Soils of The South-East Of The European Part Of The USSR]. Moscow, Izd-vo MGU, 1970, 325 p.
3. Vasilkov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Pochvy Iuga Rossii* [Soils of the South of Russia]. Rostov-on-Don, Everest Publ., 2008. 276 p.
4. Dino N.A., Keller B.A. *Voblasti polupustyni. Pochvennye i botanicheskie issledovaniia na iuge Tsaritsynskogo uезда Saratovskoi gubernii* [In the Semidesert Region. Soil and Botanical Studies in the South of the Tsaritsyn District of the Saratov Province]. Saratov, Izd-vo Saratovskogo Gubernskogo Zemstva. Pochvennaia laboratorii, 1907. 576 p.
5. Evdokimova T.I. *Pochvennaia sieemka* [Soil Survey]. Moscow, Izd-vo MGU, 1981. 264 p.
6. Ivanova E.N. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* [Classification and Diagnostics of Soils of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 226 p.
7. Kulik K.N., Kretinin V.M., Rulev A.S., Shishkunov V.M. *Krasnaia kniga pochv Volgogradskoi oblasti* [Red Book of Soils of the Volgograd Region]. Moscow, Volgograd Publ., 2017. 224 p.
8. Kretinin V.M. *Agrolesomeliorsatsiia pochv* [Agroforestry of Soils]. Volgograd, VNIALMI, 2009. 198 p.
9. Nikolaev V.A. *Evraziiskaia polupustynia (k 100-letiiu otkrytiia polupustynnoi prirodnoi zony)* [Eurasian semi-desert (to the 100<sup>th</sup> anniversary of the discovery of the semi-desert natural zone)]. *Vestnik Moskovskogo*



*universiteta. Seriya 5, Geografiya* [Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography], 2007, no. 6, pp. 3-9.

10. Nikolaev V.A., Kopyl I.V., Lindeman G.V. Landshaftnyi ekoton v prikaspiiskoi polupustyne [Landscape ecotone in the Caspian semi-desert]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya* [Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography], 1997, no. 2, pp. 34-39.

11. *Polevoi opredelitel pochv Rossii* [Field Determinant of the Soils of Russia]. Moscow, Pochvennyi in-t V.V. Dokuchaeva, 2008. 182 p.

12. *Polezashchitnoe lesorazvedenie na kashtanovykh pochvakh* [Useful Protective Forest Cultivation On Chestnut Soils]. Moscow, Izd-vo MGU, 1971, iss. 2. 238 p.

13. Rulev A.S. *Landshaftno-geograficheskii podkhod v agrolesomeliorsii* [Landscape-geographical approach in agroforestry]. Volgograd, VNIALMI, 2007. 160 p.

14. Rulev A.S., Rulev G.A. Kharakteristika kashtanovykh pochv pridorozhnykh lesomeliativnykh kompleksov [Characteristic of chestnut soils of roadside

forest-reclamation complexes]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie* [News nizhnevolzhskaya agrouniversity complex: science and higher education], 2018, vol. 2, no. 50, pp. 91-100.

15. Rulev G.A., Rulev A.S., Uferev V.G. Pochvenno-geomorfologicheskii analiz pridorozhnykh lesomeliativnykh kompleksov [Pochvenno-geomorfologicheskii analiz pridorozhnykh lesomeliativnykh kompleksov]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher education], 2018, vol. 1, no. 49, pp. 123-131. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-02-123-131>.

16. Friedland V.M. *Struktura pochvennogo pokrova* [The structure of the soil cover]. Moscow, Mysl Publ., 1972. 416 p.

17. Shishov L.L., Lebedeva. I.I., Gerasimova M.I. *Klassifikatsiia i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnostics of soils of Russia], Smolensk, Oikumena Publ., 2004. 342 p.

### Information About the Authors

**Gleb A. Rulev**, Candidate of Sciences (Agriculture), Researcher, Laboratory of Prediction of Agro-Forest Landscapes Bioproductivity, Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, [g.heroes@yandex.ru](mailto:g.heroes@yandex.ru)

**Alexander S. Rulev**, Doctor of Sciences (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Laboratory of Prediction of Agro-Forest Landscapes Bioproductivity, Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, [Rulev54@rambler.ru](mailto:Rulev54@rambler.ru)

### Информация об авторах

**Глеб Александрович Рулев**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [g.heroes@yandex.ru](mailto:g.heroes@yandex.ru)

**Александр Сергеевич Рулев**, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, [Rulev54@rambler.ru](mailto:Rulev54@rambler.ru)



# НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.7>

UDC 582.28:581.6(470.45)

LBC 28.591(2P4Bor)

## TYPES OF MYCOBIOTA OF VOLGOGRAD REGION AND PROSPECTS OF THEIR USE AS A SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FOR COSMETIC PURPOSES

**Victoria V. Zemlyanko**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Nadezhda S. Kuragina**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Vadim A. Sagalaev**

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The article for the first time provides a consolidated list of mushrooms of Volgograd region used in cosmetology due to the presence of biologically active substances in their composition, for example, the polysaccharide glucuronoxylomannan. These compounds have immunostimulating, radioprotective, anti-inflammatory, antioxidant and anti-allergenic effects. Thanks to this, masks and creams containing these substances tone and restore the skin, while lotions and tonics strengthen the hair structure. The inventory of mycobiota was carried out using the route method. Each route was about 10 km long. The mushrooms found in laboratory conditions were identified by the microscopic analysis of the samples using modern methods of light microscopy and a standard set of chemical reagents (5% KOH alkali solution, Meltzer's reagent). MIKMED-5 light microscope was used to study the microscopic structures and determine the samples. As a result of research in 2018–2020, 8 species of macromycetes used in cosmetology were identified in the mycobiota of the region: *Amanita muscaria* (L.), *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd, *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát, *Phallus impudicus* L., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, *Tremella mesenterica* Retz. Their extracts are widely used in the cosmetic industry by various brands, in particular, Venets Sibiri, Etude House, Sabai Thai Authentic SPA, Briogeo, Dr. Ceuracle, Nollam Lab, D'Ran, Pulanna, BioAqua, Von-U, Secrets Lan, The Skin House. The following species are regularly found in the study area: mushroom *Ganoderma lucidum*, which grows only on a living tree *Quercus robur* L.; *Trametes versicolor* – on stumps, dead trunks and branches of *Populus alba* L., *P. nigra* L.; *Tremella mesenterica* – on dead branches and branches of weakened trees *Populus alba*, *P. nigra*.

**Key words:** mushrooms, macromycetes, Volgograd region, cosmetics, brand.

**Citation.** Zemlyanko V.V., Kuragina N.S., Sagalaev V.A. Types of Mycobiota of Volgograd Region and Prospects of Their Use as a Source of Biologically Active Substances for Cosmetic Purposes. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 50-54. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.7>

УДК 582.28:581.6(470.45)

ББК 28.591(2Р4Вор)

## ВИДЫ МИКОБИОТЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ КОСМЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

**Виктория Викторовна Землянко**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Надежда Сергеевна Курагина**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Вадим Александрович Сагалаев**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье впервые приводится сводный список грибов Волгоградской области, используемых в косметологии за счет наличия в своем составе биологически активных веществ, например, полисахарида *глюкуроноксилломаннана*. Эти соединения обладают иммуностимулирующим, радиозащитным, противовоспалительным, антиоксидантным и антиаллергенным действиями. Благодаря этому маски и кремы, содержащие данные вещества, тонизируют и восстанавливают кожу, а лосьоны и тоники укрепляют структуру волос. Инвентаризация микобиоты проводилась маршрутным методом. Каждый маршрут составлял около 10 км. Идентифицировались найденные грибы в лабораторных условиях путем микроскопического анализа образцов с использованием современных методов световой микроскопии и стандартного набора химических реактивов (5 % раствор щелочи КОН, реактив Мельцера). Для исследования микроскопических структур и определения образцов применялся световой микроскоп МИКМЕД-5. В результате исследований 2018–2020 гг. выявлено в составе микобиоты региона 8 видов макромицетов, используемые в косметологии: *Amanita muscaria* (L.), *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd, *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát, *Phallus impudicus* L., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, *Tremella mesenterica* Retz. Их экстракты широко применяются в косметической промышленности различными брендами, в частности «Венец Сибири», Etude House, Sabai Thai Authentic SPA, Briogeo, Dr. Ceuracle, Nollam Lab, D’Ran, Pulanna, BioAqua, Von-U, Secrets Lan, The Skin House. Регулярно встречаются на исследуемой территории: гриб *Ganoderma lucidum*, произрастающий только на живом дереве *Quercus robur* L.; *Trametes versicolor* на пнях, валежных стволах и ветвях *Populus alba* L., *P. nigra* L.; *Tremella mesenterica* на валежных ветвях и ветвях ослабленных деревьях *Populus alba*, *P. nigra*.

**Ключевые слова:** грибы, макромицеты, Волгоградская область, косметика, бренд.

**Цитирование.** Землянко В. В., Курагина Н. С., Сагалаев В. А. Виды микобиоты Волгоградской области и перспективы их использования как источника биологически активных веществ для косметических целей // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 50–54. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.1.7>

### Введение

Натуральная косметика всегда остается актуальным и перспективным направлением в косметологии, благодаря своим полезным свойствам и безопасности для человеческого организма. Так, некоторые торговые марки премиального сегмента, в составе кремов, лосьонов, тоников уже давно применяют не только экстракты растений, но и грибов. За счет содержания в последних биологически активных веществ, об-

ладающих иммуностимулирующей, радиозащитной, противовоспалительной и антиаллергенной активностью, «грибная косметика» положительно влияет на кожу и волосы человека.

В настоящее время крупные торговые фирмы, формируя ассортимент и для обычного потребителя, учитывают потребности аудитории в редкой грибной косметике. Однако такие продукты все равно остаются достаточно дорогими для рядового покупателя. Поэтому целью нашего исследования послу-

жило расширение знаний о природных микроресурсах региона.

**Методы исследования:** маршрутный (маршрут составил около 10 км), микроскопический (световой микроскоп Микмед-5 и стандартный набор реактивов). При определении грибов были использованы работы отечественных и зарубежных микологов [1–3; 5–8].

### Результаты и обсуждение

Собственные микологические исследования проводились на территории Волгоградской области в период за 2018–2020 годы. В результате работы был составлен сводный список макромицетов (приводится ниже), применяемых в косметологии. В нем содержатся сведения о частоте встречаемости видов, питающем субстрате, косметических брендах и их продуктах, а также действию гриба и биологически активном веществе (далее – БАВ). Виды грибов распределены в алфавитном порядке и приведены в соответствии с базой данных «Index Fungorum» по состоянию на январь 2021 года.

Шкала встречаемости видов грибов:

1 – единичная находка; 2–5 находок – редко; 6–10 находок – нередко; 11–25 находок – часто; >25 находок – регулярно.

**Сводный список видов:**

*Amanita muscaria* (L.) – нередко, на песчаной почве. Обладает антиоксидантным и тонизирующим действиями.

Российская косметика «Венец Сибири»: крем от морщин.

*Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd – редко, на почве. Обладает эффектом лифтинга и увлажняющим действием. БАВ: кальвацин [4].

Российская косметика «Венец Сибири»: крем от морщин.

*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. – регулярно, в комлевой части *Quercus robur* L. Обладает антиоксидантным, противоаллергенным и иммуномодулирующим действиями. БАВ: ганодерон А и ганодерон С [4].

Корейская косметика Nollam Lab: бессульфатный шампунь для жирной кожи головы; корейская косметика D'Rap: антивозрастной крем для лица; косметическая линия Pulanna: крем для лица; китайская косметика BioAqua: маска для сухих волос; корейская

косметика Von-U: маска и лосьон от выпадения волос; корейская косметика Dr. Ceuracle: тонер; китайская косметика Secrets Lan: шампунь для волос.

*Grifola frondosa* (Dicks.) Gray – единичная находка, в комлевой части *Quercus robur*. Оказывает антиоксидантное и тонизирующее действия, выравнивает цвет кожи. БАВ: 1,6-β-D-глюкан (грифолан), 1,4-β-D-глюканы, 1,3-β-D-глюканы, манногалактофукан, манноксилглюкан, ксилоглюкан, N-ацетилгалактосамин – лектин («DFL») [4].

Корейская косметика The Skin House: антивозрастной крем (с экстрактами грибов *Agaricus blazei* (Murrill), *Ganoderma lucidum*, *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev et Singer, *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát, *Sarcodon squamosus* (Schaeff.) Quél., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, *Tricholoma matsutake* (S. Ito et S. Imai) Singer, *Tropicoporus linteus* (Berk. et M.A. Curtis) L.W. Zhou et Y.C. Dai.

*Inonotus obliquus* – редко, на ослабленных стволах *Betula pendula* Roth. БАВ гриба обладает антиоксидантным, противомикробным и ранозаживляющим действиями, а также увлажняет кожу и защищает ее от воздействия негативных факторов окружающей среды.

Франко-российский бренд Green Mama: тоник для укрепления волос; корейская косметика Etude House: точечные патчи от воспалений и акне; корейская косметика Blithe: антивозрастная сыворотка-крем (с экстрактом гриба *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr.; корейский бренд Steblanc: крем для ног; корейская косметика Leaders ex Solution: маска для лица; корейская косметика So Natural: тонер-эссенция для борьбы с первыми признаками старения кожи; корейская косметика Manuo Factory: ночной восстанавливающий крем; корейская косметика Elujai: пена для умывания; российский бренд Твое: тональный крем и кушон; российская косметика Invit: пенка для умывания.

*Phallus impudicus* L. – единичная находка, на почве. Обладает тонизирующим, увлажняющим эффектом. БАВ: β-D-глюкан, ксилоглюкан.

Российский бренд DobroVit: крем-гель от трещин и сухости пяток (с экстрактами грибов *Ganoderma lucidum*, *Inonotus obliquus* и *Cordyceps* spp.).

*Trametes versicolor* – регулярно, на пнях, валежных стволах и ветвях *Populus alba* L., *P. nigra* L. Укрепляет волосы, защищает их от выцветания. БАВ: β-D-1,3-1,6 глюканы [4].

Американский бренд Briogeo: шампунь и праймер для окрашенных волос.

*Tremella mesenterica* Retz. – регулярно, на валежных ветвях и ветвях ослабленных деревьях *Populus alba*, *P. nigra*. Полисахариды (например, глюкуроноксилманнан), содержащиеся в экстракте гриба, повышают влагоудерживающие свойства кожи, стимулируют ее собственные защитные механизмы [4]. Также БАВ обладают сосудокрепляющим, антиоксидантным и тонизирующими действиями.

Тайская косметика Sabai Thai Authentic SPA: маска для лица.

### Заключение

В результате микологических исследований на территории Волгоградской области за 2018–2020 гг. было выявлено 8 видов грибов, содержащие в своем составе биологически активные полисахариды и другие БАВ, которые широко используются в «грибной косметике».

Регулярно встречались на исследуемой территории *Ganoderma lucidum*, *Trametes versicolor* и *Tremella mesenterica*. Остальные виды на территории региона редки. Данное исследование будет продолжено.

### Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность за помощь в сборе материала М.А. Головановой, А.А. Колпаковой, Р.А. Резникову.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Змитрович, И. В. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 3. Семейства ателиевые и амилорктициевые / И. В. Змитрович ; отв. ред. М. А. Бондарцева. – СПб. : Товарищество науч. изд. КМК, 2008. – 278 с.
2. Переведенцева, Л. Г. Определитель грибов (агарикоидные базидиомицеты) / Л. Г. Переведенцева. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2015. – 119 с.

3. Трутовые грибы: материалы международного курса по экологии и таксономии дереворазрушающих базидиомицетов в Центрально-Лесном заповеднике : учеб. пособие / В. М. Коткова [и др.]. – Хельсинки : Helsinki University Printing House, 2015. – 95 с.

4. Guthmann, J. Heilende Pilze. Die wichtigsten Arten der Welt im Porträt / J. Guthmann. – Wiebelsheim : Quelle et Meyer, 2017. – 423 p.

5. Laessle, T. Mushrooms et Toadstools. The illustrated guide to fungi / T. Laessle. – London : Dorling Kindersley, 2013. – 360 p.

6. Lichtenauer, A. Pilze bei der Baumkontrolle: Erkennen wichtiger Arten an Straßen- und Parkbäumen / A. Lichtenauer, T. Kowol, D. Dujesiefken. – Braunschweig : Haymarket Media, 2013. – 64 p.

7. Niemelä, T. Torikseeded Soomes ja Eestis (Estonian-language edition of the Finnish original) / T. Niemelä. – Tartu : Eesti Loodusfoto, 2008. – 320 p.

8. Ryvarden, L. Poroid fungi of Europe. Series Synopsis Fungorum 31 / L. Ryvarden, I. Melo. – Oslo : Fungiflora, 2014. – 456 p.

### REFERENCES

1. Zmitrovich I.V. *Opredelitel' gribov Rossii. Porjadok afilloforovye. Вып. 3. Семейства ателиевые и амилорктициевые* [Determinant of mushrooms in Russia. Order aphylophorales. Iss. 3. Family televie and aminocarnitine]. Saint Petersburg, Tovarishhestvo nauch. izd. KMK, 2008. 278 p.
2. Perevedenceva L.G. *Opredelitel' gribov (agarikoidnye bazidiomicety)* [Determinant of mushrooms (basidiomycetes agaricaceae)]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 2015. 119 p.
3. Kotkova V.M., Niemelja T., Viner I.A., Shhigel' D.S., Kurakov A.V. *Trutovye griby: materialy mezhdunarodnogo kursa po jekologii i taksonomii derevorazrushajushhih bazidiomicetov v Central'no-Lesnom zapovednike: ucheb. posobie* [Polypore fungi: materials of the international course on ecology and taxonomy of lignicolous basidiomycetes in the Central Forest reserve. Tutorial]. Helsinki, Helsinki University Printing House, 2015. 95 p.
4. Guthmann J. *Heilende Pilze. Die wichtigsten Arten der Welt im Porträt*. Wiebelsheim, Quelle et Meyer, 2017. 423 p.
5. Laessle T. *Mushrooms et Toadstools. The illustrated guide to fungi*. London, Dorling Kindersley, 2013. 360 p.
6. Lichtenauer A., Kowol T., Dujesiefken D. *Pilze bei der Baumkontrolle: Erkennen wichtiger Arten an Straßen- und Parkbäumen*. Braunschweig, Haymarket Media, 2013. 64 p.

7. Niemelä T. *Torikseened Soomes ja Eestis* (Estonian-language edition of the Finnish original). Tartu, Eesti Loodusfoto, 2008. 320 p.

8. Ryvarden L., Melo I. *Poroid fungi of Europe. Series Synopsis Fungorum 31*. Oslo, Fungiflora, 2014. 456 p.

### Information About the Authors

**Victoria V. Zemlyanko**, Student, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, zemlyanko.vicka@yandex.ru

**Nadezhda S. Kuragina**, Senior Lecturer, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, kuragina23@mail.ru

**Vadim A. Sagalaev**, Doctor of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, alex\_sag@mail.ru

### Информация об авторах

**Виктория Викторовна Землянко**, бакалавр кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, zemlyanko.vicka@yandex.ru

**Надежда Сергеевна Курагина**, старший преподаватель кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, kuragina23@mail.ru

**Вадим Александрович Сагалаев**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, alex\_sag@mail.ru

---

---

Журнал «Природные системы и ресурсы» издается для широкого ознакомления научной общественности с результатами современных исследований по биологии и биотехнологии, экологии и природопользованию, географии и геоинформатике, психологии и психофизиологии.



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 2021 года осуществляется по «Объединенному каталогу. Пресса России. Газеты и журналы». Т. 1. Подписной индекс 29087.

Стоимость подписки на II полугодие 2021 года 1 034 руб. 22 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 Рулеву Александру Сергеевичу 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>.

---

---