

ISSN 2713-1572

2026

Том 16. № 3

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 16. No. 3

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
И РЕСУРСЫ**

2026

Том 16. № 3

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

**NATURAL SYSTEMS
AND RESOURCES**

2026

Volume 16. No. 3



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2026. Vol. 16. No. 3

Academic Periodical

First published in 2011

4 issues a year

Founder:

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

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

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

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

Editorial Staff:

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

Editorial Board:

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

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

Making up by *Yu.A. Nikitina*

Technical editing by *N.M. Vishnyakova, Yu.A. Nikitina*

Passed for printing on June 1, 2026.

Date of publication: Aug. 27, 2026.

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

Conventional printed sheets 5.6. Published pages 6.0.

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

Order 64. «C» 17.

Open price

Address of the Printing House:

Bogdanova St, 32, 400062 Volgograd.

Postal Address:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Publishing House of Volgograd State University.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

Address of the Editorial Office and the Publisher:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Volgograd State University.

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

E-mail: vestnik11@volsu.ru

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

English version of the website:

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



ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

2026. Т. 16. № 3

Научно-теоретический журнал

Основан в 2011 году

Выходит 4 раза в год

Учредитель:

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

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

Журнал включен в базу **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)**

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

Редакционная коллегия:

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

Редакционный совет:

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

Редактор английских текстов *Д.А. Новак*

Верстка *Ю.А. Никитиной*

Техническое редактирование

Н.М. Вишняковой, Ю.А. Никитиной

Подписано в печать 01.06 2026 г.

Дата выхода в свет: 27.08 2026 г.

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

Усл. печ. л. 5,6. Уч.-изд. л. 6,0.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–27 экз.). Заказ 64. «С» 17.

Свободная цена

Адрес типографии:

400062 г. Волгоград, ул. Богданова, 32.

Почтовый адрес:

400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

Издательство

Волгоградского государственного университета.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

Адрес редакции и издателя:

400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

Волгоградский государственный университет.

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

E-mail: vestnik11@volsu.ru

Сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com>

Англ.яз. версия сайта журнала:

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



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Асадов Х.Г. оглы, Алиева Х.С. гызы,
Маммадова У.Ф. гызы. Исследование условий
достижения фотосинтетически активной составляющей
оптического излучения Солнца земной поверхности .. 5
- Иванцова Е.А., Нгуен М.Т.
Эколого-биологические особенности
некоторых видов вредных насекомых-филлофагов
в условиях урбанизированной среды 12
- Чернова Е.А., Егорова В.В., Зими́на Ю.А.
Цифровые технологии
в агрохимическом мониторинге почв 21
- Шаронов А.А.
Применение экпсихологических подходов
при проектировании
эколого-просветительской видеоигры 34

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

- Дорошенко В.В., Карапетян А.А.
Способы картографирования
демографических показателей 42

БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Венецианский А.С., Иванцова Е.А., Бокова М.И.,
Венецианская С.А. Разработка
функционального напитка
для коррекции железодефицитных состояний 49

CONTENTS

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

- Asadov H.H. oglu, Aliyeva Kh.S. kzy,
Mammadova U.F. kzy. Research of the Conditions to
Reach by the Photosynthetically Active Component of
Optical Radiation of the Sun at the Earth's Surface 5
- Ivantsova E.A., Nguyen M.Ch. Ecological
and Biological Features of Some Types
of Harmful Phyllophagous Insects
in an Urban Environment 12
- Chernova E.A., Egorova V.V., Zimina Yu.A.
Digital Technologies
in Agrochemical Soil Monitoring 21
- Sharonov A.A.
The Usage of Ecopsychological Approaches
in the Design
of an Environmental Educational Video Game 34

CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

- Doroshenko V.V., Karapetyan A.A.
Methods of Mapping
Demographic Indicators 42

BIOENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY

- Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Bokova M.I.,
Venetsianskaya S.A. Development
of a Functional Drink
for Iron Deficiency Correction 49



ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.1>

UDC 628.95

LBC 26.233



RESEARCH OF THE CONDITIONS TO REACH BY THE PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE COMPONENT OF OPTICAL RADIATION OF THE SUN AT THE EARTH'S SURFACE

Hikmat H. oglu Asadov

National Aerospace Agency, Baku, Azerbaijan Republic

Khumar S. kyzy Aliyeva

National Aerospace Agency, Baku, Azerbaijan Republic

Ulker F. kyzy Mammadova

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan Republic

Abstract. The aim of the research is to determine conditions to achieve the maximum amount of photosynthetically active components of solar optical radiation necessary for the normal development of vegetation on the Earth's surface. The article analyzes the conditions for achieving the maximum amount of photosynthetically active solar optical radiation (PAR components) on the vegetation, taking into account absorption by atmospheric components. The problem of determining the conditions contributing to the appearance of extreme values of the photosynthetically active part of the solar optical radiation reaching the Earth's surface has been formed and solved. It has been established that the minimum photosynthetically active optical radiation component of solar radiation on the Earth's surface appears in the first months of the year (i.e., in winter), which shows a good consistency of such natural processes as the attenuation of the PAR component of solar radiation and the phenology of vegetation development.

Key words: photosynthetically active radiation, Earth's vegetation surface, phenological development cycle, optimization, optical radiation absorption, atmospheric components.

Citation. Asadov H.H. oglu, Aliyeva Kh.S. kyzy, Mammadova U.F. kyzy. Research of the Conditions to Reach by the Photosynthetically Active Component of Optical Radiation of the Sun at the Earth's Surface. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 3, pp. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.1>

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДОСТИЖЕНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Хикмет Гамид оглы Асадов

Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика

Хумар Сабир гызы Алиева

Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика

Улькер Физули гызы Маммадова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация. Целью исследования является определение условий достижения земной поверхности максимального количества фотосинтетически активной компоненты солнечного оптического излучения, необходимой для нормального развития растительности. В статье проанализированы условия достижения максимального количества фотосинтетически активной частью солнечного оптического излучения (PAR-компоненты) дошедшей растительной поверхности Земли с учетом поглощения атмосферными компонентами. Сформирована и решена задача выяснения условий, содействующих появлению экстремальных величин фотосинтетически активной части Солнечной оптической радиации достигающей Земной поверхности. Установлено, что минимум фотосинтетически активной оптической радиационной компоненты Солнечного излучения на земной поверхности появляется в первые месяцы (то есть зимой) года, что показывает хорошую согласованность таких природных процессов, как ослабление PAR-компоненты Солнечной радиации и фенология развития растительности.

Ключевые слова: фотосинтетически активная радиация, фенологический цикл развития, оптимизация, поглощение оптического излучения, атмосферные компоненты.

Цитирование. Асадов Х. Г. оглы, Алиева Х. С. гызы, Маммадова У. Ф. гызы. Исследование условий достижения фотосинтетически активной составляющей оптического излучения Солнца земной поверхности // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 5–11. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.1>

Введение. Хорошо известно, что активное функционирование растительности и степень ее полезности для поддержания жизни на планете во многом обусловлена фотосинтетически активной частью оптического излучения Солнца (PAR). Эта составляющая Солнечной оптической радиации обеспечивает вес процесс синтеза, а следовательно, и развития растительности, то есть цикличес-

кий повтор всех фенологических фаз живого растительного покрова Земли.

Как отмечается в работе [2] основными составляющими оптической радиации Солнца являются ультрафиолетовая (UV) радиация, PAR-составляющая и близкая инфракрасная составляющая. Область длин волн указанных составляющих приведена в таблице [2].

Граничные длины волн основных областей оптической радиации Солнца

Области оптического излучения	λ_{min} (нм)	λ_{max} (нм)
UV	289,71	400
PAR	400	700
NIR	700	995,26

Вышеуказанные области оптического солнечного излучения характеризуются некоторыми численными показателями. Например, фракционная количественная оценка каждой из вышеуказанных областей может быть дана в виде следующего отношения:

$$F_i = \frac{\int_{\lambda_{imin}}^{\lambda_{imax}} I_i(\lambda) d\lambda}{\sum_{i=1}^3 \int_{\lambda_{imin}}^{\lambda_{imax}} I_i(\lambda) d\lambda}, \quad (1)$$

где $i = 1, 2, 3$; $I_i(\lambda)$ – интенсивность Солнечного излучения в i -й области.

Отметим, что в работе [2] также предлагается следующая количественная характеристика η соответствующей фракции Солнечного оптического излучения:

$$\eta = \int_{\lambda_{imin}}^{\lambda_{imax}} I_i(\lambda) d\lambda = \frac{1}{2} [I_i(\lambda_{imax}) + I_i(\lambda_{imin})](\lambda_{imax} - \lambda_{imin}). \quad (2)$$

Вместе с тем следует отметить, что фракция PAR-оптической радиации Солнца, определяемая в области длин волн $400 \div 700$ нм подвержена значительному атмосферному воздействию, приводящему значительному ослаблению указанной фракции. Ослабление PAR-фракции обусловлено в основном наличием таких факторов, как рэлеевское ослабление, аэрозоль и озон.

Далее в настоящей статье рассматривается вопрос об оптимальном соотношении ука-

занных факторов, при котором PAR-составляющая оптической радиации Солнца, доходящая до поверхности достигает экстремальных величин.

Материалы и методы

Рассмотрим модельный случай, когда показатель z остается постоянной величиной.

Как отмечается в работе [6] прямая спектральная освещенность на некоторой части земной поверхности, нормальной к прямому Солнечному излучению определяется по формуле:

$$E = E_0 \cdot \tau_r \cdot \tau_{or} \cdot \tau_g \cdot \tau_w \cdot \tau_a, \quad (3)$$

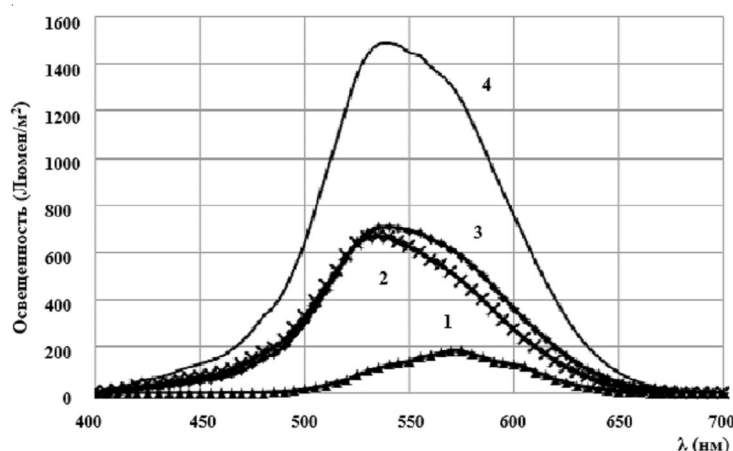
где E_0 – внеатмосферное спектральное излучение; τ_r – коэффициент ослабления из-за Рэлеевского рассеяния; τ_{or} – коэффициент ослабления из-за атмосферного озона; τ_g – коэффициент ослабления из-за атмосферных газов; τ_w – коэффициент ослабления из-за водяных паров; τ_a – коэффициент ослабления из-за воздействия атмосферного аэрозоля.

При этом освещенность на поверхности Земли определяется как:

$$I = F \cdot E, \quad (4)$$

где F – фотооптическая функция, зависящая от длины волны [6].

Так как далее анализируется визуальная фракция солнечного излучения следует учесть, что основными ослабляющими солнечное излучение факторами являются рэле-



Влияние трех факторов на ослабление Солнечного излучения на Земной поверхности

1 – ослабление из-за озона; 2 – ослабление из-за рэлеевского рассеяния;
3 – ослабление из-за аэрозоля; 4 – суммарное ослабление

евское рассеяние, озон и аэрозоль [3–5]. Этот факт хорошо иллюстрируется графиками, показанными на рисунке [6].

С учетом вышеуказанного освещенность Земной поверхности Солнечным излучением может быть оценена известной формулой Лекнера [7]:

$$E_{\lambda} = E_{0\lambda} \exp[-\alpha_1 \lambda_1^{b_1 m}] \cdot \exp[-K \times I \cdot m] \cdot \exp[-\beta \lambda^{-\gamma} \cdot m], \quad (5)$$

где $E_{0\lambda}$ – внеатмосферное излучение на длине волны λ ; $\alpha_1 = 0,008735$; $b_1 = 4,0$; K – спектральный коэффициент поглощения озона; I – общее количество озона; m – оптическая масса воздуха; β – коэффициент аэрозольной мутности; γ – показатель аэрозольного ослабления.

Рассматривая далее модельный случай постоянства воздействия Рэлеевского рассеяния на интервале $\lambda_{min} \div \lambda_{max}$ формулу (5), запишем в виде:

$$E_{\lambda} = E_{0\lambda} \cdot C_{\lambda} \exp[-m(x_1 \alpha_1 + x_2 \alpha_2)], \quad (6)$$

где $C_{\lambda} = [-\alpha_1 \lambda_1^{b_1 m}]$, $x_1 = I$, $\alpha_1 = k_{\lambda}$, $\alpha_2 = \lambda^{-\gamma}$, $x_2 = \beta$.

Проинтегрируем выражение и в интервале $\lambda_{min} \div \lambda_{max}$:

$$\int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} E_{\lambda} d\lambda = \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} E_{0\lambda} C_{\lambda} \exp[-m(x_1 \alpha_1 + x_2 \alpha_2)] d\lambda. \quad (7)$$

Введем на рассмотрение модельную функцию взаимосвязи x_1 и x_2 в виде:

$$x_1 = f(x_2). \quad (8)$$

В предположении постоянства η наложив на функцию (8) следующего ограничительно-го условия:

$$\int_{x_{2min}}^{x_{2max}} f(x_2) dx_2 = C_1, \quad (9)$$

где $C_1 = const$.

Будем искать оптимальный вид функции $f(x_2)$ при которой оценка (7) мог бы достичь

экстремума, где x_{2min} ; x_{2max} – предельные возможные значения фактора x_2 .

Следует отметить, что условие (9) возможно вследствие того, что между x_1 и x_2 возможна как положительная, так и отрицательная корреляция, что подтверждается результатами измерений, проведенных в [1] (рис. 2) на базе формулы (7) оценим возможное изменение.

PAR-радиации на земной поверхности из-за флуктуации выражения $f(x_2)$, то есть из-за изменений x_2 и x_1 .

Возможное изменение PAR-радиации на фиксированной длине волны λ_0 определим как:

$$\Delta PAR(\lambda_0) = \int_{x_{2min}}^{x_{2max}} E_{0\lambda_0} \cdot C_{\lambda_0} \times \exp[-m(f(x_2) a_{1\lambda_0} + x_2 a_{2\lambda_0})] dx_2 \quad (10)$$

С учетом выражений (9) и (10) можно сформировать целевой функционал F безусловной вариационной оптимизации:

$$F = \int_{x_{2min}}^{x_{2max}} E_{0\lambda_0} C_{\lambda_0} \exp[-m(f(x_2) a_{1\lambda_0} + x_2 a_{2\lambda_0})] dx_2 + L \left[\int_{x_{2min}}^{x_{2max}} f(x_2) dx_2 - C_1 \right], \quad (11)$$

где L – множитель Лагранжа.

Далее для упрощения записи процедур решения задачи (11) примем $x_{2min} = 0$, а индексы λ_0 не будем указывать, то есть выражение (11) принимает следующий вид:

$$F = \int_0^{x_{2max}} E_0 C \exp[-(mf(x_2) a_1 + x_2 a_2)] dx_2 + L \left[\int_0^{x_{2max}} f(x_2) dx_2 - C_1 \right]. \quad (12)$$

Решение согласно методу Эйлера, удовлетворяет следующему условию:

$$\frac{d\{E_0 C \cdot \exp[-(mf(x_2) a_1 + x_2 a_2) + Lf(x_2)]\}}{df(x_2)} = 0. \quad (13)$$

Из условия (13) получаем:

$$-a_1 E_0 C \cdot \exp[-(mf(x_2)a_1 + x_2 a_2)] + L = 0 \quad (14)$$

или

$$\exp[-(mf(x_2)a_1 + x_2 a_2)] = \frac{L}{a_1 E_0 C}. \quad (15)$$

Логарифмируя выражение (15), получаем:

$$-mf(x_2) = \ln \left[\frac{L}{a_1 E_0 C} \right] - x_2 a_2 \quad (16)$$

или

$$f(x_2) = \frac{1}{m} \cdot \ln \left(\frac{a_1 E_0 C}{L} \right) + \frac{x_2 a_2}{m}. \quad (17)$$

При решении (17) функционал F достигает минимума. Этот факт может быть проверен по признаку Лагранжа, согласно которому, применительно к решенной задаче (12) если производная выражения (14) по искомой функции $f(x_2)$ является положительной величиной, то целевой функционал при полученном решении достигает минимума.

Что касается вычисления L , то для этой чисто математической задачи можно воспользоваться выражениями (9) и (17). Детали соответствующих процедур здесь не приводятся.

При решении (17) функционал F достигает минимума. Этот факт может быть проверен по признаку Лагранжа, согласно которому, применительно к решенной задаче (12) если производная выражения (14) по искомой функции $f(x_2)$ является положительной величиной, то целевой функционал при полученном решении достигает минимума.

Что касается вычисления L , то для этой чисто математической задачи можно воспользоваться выражениями (9) и (17). Детали соответствующих процедур здесь не приводятся.

Обсуждение

Таким образом, в настоящей статье была сформулирована и решена задача выяснения условий, содействующих появле-

нию экстремальных величин фотосинтетически активной части Солнечной оптической радиации (PAR) достигающей Земной поверхности. Очевидно, что решение данной задачи интересен с точки зрения временной последовательности чередования фенологических фаз развития растений. Дело в том, что в начальные месяцы года, то есть зимние месяцы растительность находится в «спячке» и, следовательно, не нуждается в PAR-компоненте Солнечной оптической радиации. Результаты анализа, проведенного в настоящей статье, с привлечением известных экспериментальных результатов, показывают, что минимум PAR-радиации, достигающей земной поверхности подпадает именно в начальные месяцы года, в течение которых между такими ослабляющими Солнечное излучение атмосферными факторами как общее количество озона и аэрозоль существует положительная корреляция. Таким образом, выявляется полная согласованность таких природных процессов как (1) ослабление Солнечной PAR-радиации атмосферным озоном и аэрозолем; и (2) последовательность чередования фенологических фаз развития растительности.

Выводы

1. Определено, что основными атмосферными факторами, приводящими к ослаблению PAR-компоненты Солнечного оптического излучения, являются атмосферный озон и аэрозоль с учетом существенной временной изменчивости этих факторов по месяцам в течение года.

2. Сформулирована и решена задача выявления условий появления экстремума PAR-компоненты Солнечного излучения, доходящего до Земной поверхности во времени.

3. Определено, что экстремум в виде минимума PAR-компоненты Солнечного излучения появляется в первые месяцы (то есть зимой) года, что показывает хорошую согласованность таких природных процессов, как ослабление PAR-компоненты Солнечной радиации и фенология развития растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Broadband Dependence of Atmospheric Transmissions in the UV and Total Solar Radiation / H. Lee [et al.] // *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*. – 2019. – Vol. 71, № 1. – P. 1503513. – DOI: <https://doi.org/10.1080/16000889.2018.1503513>
2. Chang, J. H. W. Diurnal Evolution of Solar Radiation in UV, PAR and NIR Bands in High Air Masses / J. H. W. Chang, J. Dayou, J. Sentian // *Nature Environment and Pollution Technology*. – 2013. – Vol. 12, № 1. – P. 1–6.
3. Instrumental Set-Up to Estimate the Atmospheric Attenuation Along the Slant Path of Concentrated Solar Plant / T. Elias [et al.] // *AIP Conference Proceedings*. – 2018. – Vol. 2033. – P. 190005. – DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5067190>
4. Global Solar Radiation and Its Interactions with Atmospheric Substances and Their Effects on Air Temperature Change in Ankara Province / J. Bai [et al.] // *Climate*. – 2024. – Vol. 12, № 3. – P. 35. – DOI: <https://doi.org/10.3390/cli12030035>
5. Jaïne, D. Total Solar Irradiance Using a Traceable Solar Spectroradiometer / D. Jaïne, J. Gröbner, W. Finsterle // *Atmospheric Measurement Techniques*. – 2025. – Vol. 18, № 24. – P. 7177–7186. – DOI: <https://doi.org/10.5194/amt-18-7177-2025>
6. Nurick, A. Clear Sky Solar Illuminance Using Visual Band Irradiance / A. Nurick // *Journal of Energy in Southern Africa*. – 2014. – Vol. 25, № 3. – P. 11–19. – DOI: <https://doi.org/10.17159/2413-3051/2014/V25I3A2653>
7. Paulescu, E. Clear Sky Solar Irradiance Models Derived Through Interdependent Parameterization / E. Paulescu, L. Velimirovici, M. Paulescu // *Renewable Energy*. – 2025. – Vol. 250, № C. – P. 123371. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.123371>

REFERENCES

1. Lee H., Kim W., Lee Y.G., Koo J.-H., Jung Y., Park S.S., Cho H.-K., Kim J. Broadband Dependence of Atmospheric Transmissions in the UV and Total Solar Radiation. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 2019, vol. 71, no. 1, p. 1503513. DOI: <https://doi.org/10.1080/16000889.2018.1503513>
2. Chang J.H.W., Dayou J., Sentian J. Diurnal Evolution of Solar Radiation in UV, PAR and NIR Bands in High Air Masse. *Nature Environment and Pollution Technology*, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 1-6.
3. Elias T., Ramon D., Bourdil C., Dubus L., Brau J.-F., Langouet H. Instrumental Set-Up to Estimate the Atmospheric Attenuation Along the Slant Path of Concentrated Solar Plant. *AIP Conference Proceedings*, 2018, vol. 2033, p. 190005. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5067190>
4. Bai J., Wan X., Arslan E., Zong X. Global Solar Radiation and Its Interactions with Atmospheric Substances and Their Effects on Air Temperature Change in Ankara Province. *Climate*, 2024, vol. 12, no. 3, p. 35. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli12030035>
5. Jaïne D., Gröbner J., Finsterle W. Finsterle Total Solar Irradiance Using a Traceable Solar Spectroradiometer. *Atmospheric Measurement Techniques*, 2025, vol. 18, no. 24, pp. 7177-7186. DOI: <https://doi.org/10.5194/amt-18-7177-2025>
6. Nurick A. Clear Sky Solar Illuminance Using Visual Band Irradiance. *Journal of Energy in Southern Africa*, 2014, vol. 25, no. 3, pp. 11-19. DOI: <https://doi.org/10.17159/2413-3051/2014/V25I3A2653>
7. Paulescu E., Velimirovici L., Paulescu M. Clear Sky Solar Irradiance Models Derived Through Interdependent Parameterization. *Renewable Energy*, 2025, vol. 250, no. C, p. 123371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.123371>

Information About the Authors

Hikmat H. oglu Asadov, Candidate of Sciences (Engineering), Professor, Chief Researcher, National Aerospace Agency, S.S. Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Azerbaijan Republic, asadzade@rnbler.ru

Khumar S. kyzy Aliyeva, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Chief Researcher, National Aerospace Agency, S.S. Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Azerbaijan Republic, khumaraliyeva@nasa.az

Ulker F. kyzy Mammadova, Candidate of Sciences (Engineering), Lecturer, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Prosp. Azadlig, 20, AZ1010 Baku, Azerbaijan Republic, ulcer-gasimova@bk.ru

Информация об авторах

Хикмат Гамид оглы Асадов, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Национальное аэрокосмическое агентство, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, asadzade@rnbler.ru

Хумар Сабир гызы Алиева, кандидат технических наук, доцент, главный научный сотрудник, Национальное аэрокосмическое агентство, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, khumaraliyeva@nasa.az

Улькер Физули гызы Маммадова, кандидат технических наук, преподаватель, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, просп. Азадлыг, 20, AZ1010 г. Баку, Азербайджанская Республика, ulcer-gasimova@bk.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.2>

UDC 502.5:595.7(470.45)

LBC 26.887.2(2Рос-4Вор)

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF SOME TYPES OF HARMFUL PHYLLOPHAGOUS INSECTS IN AN URBAN ENVIRONMENT

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Minh Ch. Nguyen

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

Abstract. As a result of many years of entomological research in the urban green spaces of Volgograd, the ecological and biological features of some pests of trees and shrubs, including omnivorous and specialized ones, were analyzed. It has been established that populations of a number of species, in particular the unpaired and ringed silkworms, the golden tail, the silvery moon, the American white butterfly, the elm-tailed sawfly, the elm sawfly, and the elm leaf beetle, demonstrate periodic outbreaks of abundance in natural woodlands and suburban forest protection strips, which can lead to the formation of foci of mass reproduction in landscaping areas of an urbanized environment.

Key words: pests, polyphages, monophages, trees and shrubs, urban green spaces, urbanized territory.

Citation. Ivantsova E.A., Nguyen M.Ch. Ecological and Biological Features of Some Types of Harmful Phyllophagous Insects in an Urban Environment. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 3, pp. 12-20. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.2>

УДК 502.5:595.7(470.45)

ББК 26.887.2(2Рос-4Вор)

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Мин Тьн Нгуен

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

Аннотация. В результате многолетних энтомологических исследований в зеленых насаждениях Волгограда были проанализированы эколого-биологические особенности некоторых вредителей древесно-кустарниковой растительности, включая многоядных и специализированных. Установлено, что популяции ряда видов, в частности непарного и кольчатого шелкопряда, златогузки, лунки серебристой, американской белой бабочки, ильмового ногохвоста, ильмового пилильщика и ильмового листоеда, демонстрируют периодические вспышки численности в естественных лесных массивах и пригородных лесозащитных полосах, что может приводить к формированию очагов массового размножения в озеленительных насаждениях урбанизированной среды.

Ключевые слова: вредители, полифаги, монофаги, древесно-кустарниковая растительность, зеленые насаждения, урбанизированная территория.

Цитирование. Иванцова Е. А., Нгуен М. Т. Эколого-биологические особенности некоторых видов вредных насекомых-филлофагов в условиях урбанизированной среды // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 12–20. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.2>

Введение

Энтомофауна урбанизированных территорий нуждается в постоянном и систематическом наблюдении и изучении. Это связано, прежде всего, с меняющимися под влиянием множества факторов городскими условиями. Комплексное исследование филлофагов в озеленительных насаждениях Волгограда исключительно актуально для разработки природоохранных защитных мероприятий, обеспечивающих повышение устойчивости, сохранности древесных пород и регуляцию численности насекомых-дендрофагов [5–8; 10; 11; 18–24; 27; 28].

Цель исследований – изучение эколого-биологических особенностей развития и размножения некоторых видов вредных насекомых-филлофагов, повреждающих древесно-кустарниковых породы в условиях урбанизированной среды г. Волгограда.

Материалы и методы исследований

Эколого-фаунистические исследования в городских насаждениях Волгограда выполняли на протяжении 2019–2025 гг. с применением общепринятых в экологии методов и методик. Сбор и учет численности филлофагов проводился на протяжении всего вегетационного периода. Проводили ручной сбор насекомых и энтомологическое кошение сачком, дополняемое осмотром листвы древесно-кустарниковой растительности с анализом ее повреждений. Энтомологические сборы помещали на ватные «матрасики» или фиксировали в консервирующих жидкостях [12–15; 20].

Результаты и обсуждение

В исследованиях рассмотрены эколого-биологические особенности развития таких многоядных вредителей древесно-кустарниковой растительности, как зимняя пяденица (*Operophtera brumata* Linnaeus, 1758), пяденица-шелкопряд волосистая, или бурополосая

(*Lycia hirtaria* Clerck, 1760), непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* Linnaeus, 1758), шелкопряд кольчатый (*Malacosoma neustria* Linnaeus, 1758), златогузка (*Euproctis chrysorrhoea* Linnaeus, 1758), лунка серебристая, или хохлатка-буцефал (*Phalera bucephala* Linnaeus, 1758), американская белая бабочка (*Hyphantria cunea* Drury, 1773), а также специализированных – ногохвост ильмовый (*Dicranura ulmi* Denis & Schiffermüller, 1775), ильмовый листоед (*Xanthogaleruca luteola* Muller 1776), ильмовый пилильщик-зигзаг (*Aprocerus leucopoda* Takeuchi, 1939), ильмовый (берестовый, вязовый) пилильщик (*Cladius (Trichiocampus) ulmi* Linnaeus, 1758), белоакациевая листовая галлица (*Obolodiplosis robiniae* Haldeman, 1847).

Зимняя пяденица представляет угрозу для многих плодовых, ягодных и декоративных древесно-кустарниковых культур. Самцы с развитыми крыльями, самки практически лишены крыльев, не летают. Размах крыльев самцов составляет до 30 мм, окраска от темно до светло-бурой с неясными извилистыми полосами и темными пятнами. Тело самки длиной 6–9 мм, сероватого цвета, крыловые зачатки узкие, короткие, буровато-серого оттенка с одной или двумя темными поперечными полосами. Яйцо эллиптической формы, 0,7 × 0,4 мм, зеленовато-желтоватого цвета, по мере созревания темнеют. Гусеницы длиной до 20 мм, зеленовато-желтого цвета с темной линией вдоль спины и тремя светлыми линиями по бокам. Куколка до 7 мм, буроватого цвета с раздвоенным шипиком на кремастере. Генерация одногодичная. Зимуют яйца в трещинах коры, у основания почек древесно-кустарниковой растительности [2; 25]. В апреле-мае отродившиеся гусеницы повреждают почки, листья, бутоны, завязь, оплетая их паутиной. Гусеницы малоподвижны, обычно располагаются с нижней стороны листьев. Окукливаются гусеницы (май – июнь) в почве на глубине до 10 см в овальных коконах на протяжении трех-четырех месяцев. Лет

бабочек наблюдается осенью (октябрь – ноябрь) в сумеречный и ночной период. После спаривания хорошо подвижные самки откладывают яйца поодиночке или небольшими группами на древесно-кустарниковую растительность. Плодовитость самок – 100–300 яиц. На территории Волгоградской области вид в отдельные годы способен значительно наращивать численность особей в популяциях. При таких вспышках массового размножения гусеницы способны нанести сильные повреждения кронам деревьев и кустарников, практически полностью уничтожив листву.

Бабочки **пяденицы-шелкопряда волосистой (бурополосой)** в размахе крыльев до 38 мм, окраска крыльев сероватая с бурыми полосками и темными серповидными пятнами у внешнего крыла между жилками, у самок усики нитевидные, у самцов – перистые, брюшко сверху с оранжево-серыми волосками. Яйца плоской формы, около 6 мм, сначала светлые, по мере созревания становятся черными блестящими. Гусеницы до 48 мм, с желтой головой, окраска тела варьирует от желтоватого до коричневого цвета, на каждом спинном сегменте по два желтых пятна и редкие волоски [25]. Куколки до 15 мм, бурого цвета, на кремастере раздвоенный отросток. Генерация одногодичная, но зимняя диапауза может продолжаться до трех лет. Зимуют личинки в «земляных колыбельках» и куколки в почве на глубине до 10 см или под опавшей листвой. Лет имаго происходит в апреле – мае поздним вечером и ночью. Самки после спаривания откладывают яйца кучками (от 20 до 100 шт.) на развилки веток деревьев, в трещины коры. Плодовитость самок – 400–900 яиц. В мае-июне отрождаются гусеницы, которые очень подвижны и способны к миграциям. Гусеницы младших возрастов живут и питаются колониями, старших – одиночно. Гусеницы грубо объедают верхушечные почки у побегов и листву, оплетая их шелковистыми нитями.

Гусеницы **непарного шелкопряда** повреждают свыше 280 видов растений из различных ботанических семейств. В значительной степени вредит плодовым культурам (предпочитая грушу, яблоню, сливу), листовым насаждениям (особенно дубу и тополи), иногда повреждает хвойные породы и травянистые

растения. Периодически дает вспышки массового размножения. Самка крупнее, до 80 мм в размахе серовато-белых с поперечными зигзагообразными черными полосками крыльев, с густыми буроватыми волосками на конце толстого брюшка, усики и лапки черные. Самцы до 40 мм, крылья буровато-серые, с зигзагообразными полосками, усики перистые бурого цвета, брюшко тонкое с бурыми волосками на конце. Яйца округлой формы, до 1 мм, светлые. Гусеницы до 70 мм, тело гусениц младших возрастов темное с шестью продольными рядами бородавок с тонкими длинными волосками, старших – серовато-коричневое с синими бородавками на пяти первых сегментах и красными на остальных сегментах, менее «волосистые». Куколка до 3 мм, темного цвета, на кремастере короткие волоски. Генерация одногодичная. Зимуют сформировавшиеся гусеницы в оболочках яиц преимущественно на деревьях. Отродившиеся гусеницы в апреле – мае питаются листвой, в мае – июне окукливаются среди листьев, стянутыми шелковистыми нитями, в трещинах коры и других укромных местах [4; 25]. Бабочки летают в июне – июле. Яйцекладка наблюдается в вечернее время, самка формирует небольшие кладки, сверху прикрывая их желто-бурым пушком с брюшка. Гусеницы повреждают генеративные органы растений (бутоны, цветки), частично объедают и полностью съедают листья, значительно ослабляя или приводя растения к усыханию.

Шелкопряд кольчатый нередко в условиях Волгоградской области дает вспышки массового размножения. Передние крылья бабочек желтовато-коричневые с двумя поперечными слегка изогнутыми полосками темно-бурого цвета и бахромой, задние – более светлой окраски без поперечных полос с бахромой. Размах крыльев у самцов до 28 мм, у самок – до 40 мм. Яйца цилиндрической формы, светлые, до 2,5 мм. Гусеницы младших возрастов черного цвета, впоследствии цвет становится голубовато-серым с рядами белых, оранжевых и голубых полос вдоль тела, покрытого короткими бархатистыми и длинными редкими щетинистыми волосками. Куколки длиной до 20 мм, темного цвета с редкими рыжеватыми волосками [25]. Генерация одногодичная. Цикл развития, об-

раз жизни, плодовитость самок и повреждения сходны с предыдущим видом. Отличается форма кладки яиц – самка откладывает яйца, плотно склеивая их выделениями придаточных половых желез между собой, располагая их группами в виде колец на тонкие побеги.

Златогузка – широкий полифаг, повреждает различные плодовые и декоративно-лиственные культуры. Бабочка с белоснежными крыльями и белой бахромой, до 40 мм. Брюшко самки толстое, покрыто золотистыми волосками на его конце, у самцов брюшко тонкое с кисточкой буроватых волосков. Яйца 0,5 мм, округлой формы, желтоватого цвета. Гусеницы длиной до 40 мм, серо-черные с пучками рыжеватых волосков, двумя красными и белыми полосками вдоль тела и красноватыми пятнами на последних сегментах брюшка. Куколка около 10 мм, темно-бурого или черного цвета в серовато-буром коконе. Генерация одногодичная. Зимуют гусеницы в гнездах (от 200 до 500 особей), сплетенных из листьев и прикрепленных паутиной к ветвям [4; 9]. Весной, в период распускания почек (апрель – май) сначала живут колониями, затем расползаются по ветвям, питаются около 45 дней, окукливаются в шелковистых коконах среди листьев, на коре, в развилках ветвей, иногда под деревьями на травянистой растительности. После спаривания самки в июне откладывают яйца в вечернее время группами на нижнюю сторону листьев. Гусеницы младших возрастов повреждают почки, скелетируют листья, затем по мере взросления грубо объедают или уничтожают листовые пластинки полностью. Гусеницы ядовиты; волоски, попадая на кожу человека, могут вызвать сильное раздражение и воспаление.

Лунка серебристая, или хохлатка-буцефал, в отдельные годы может давать вспышки массового размножения. Бабочки в размахе крыльев до 50 мм; передние крылья охряно-серые с отливом, желтым пятном и неясным рисунком из волнистых линий коричневатого цвета; задние крылья светло-серые, грудь и брюшко с короткими волосками. Яйцо светло-зеленое, полукруглое. Гусеница до 45 мм, коричневого цвета с тонкими желтоватыми продольными и поперечными полосами на каждом сегменте тело покрыто серо-

ватыми волосками [1; 4]. Куколка до 30 мм, коричневая, матовая, на заднем конце тела два отростка. Генерация одногодичная, частично может развиваться два поколения в год. Зимует на стадии куколки в почве на глубине до 5 см; в отдельные годы до двух лет. Бабочки не нуждаются в дополнительном питании, массово летают в мае – июне, отдельные особи встречаются до августа. Самки откладывают яйца небольшими кучками преимущественно на нижнюю сторону листьев. Средняя плодовитость самок – около 230 яиц. Гусеницы младших возрастов живут колониями, затем расползаются, в июле – августе окукливаются в почве без кокона, частично развиваются имаго второго поколения. Гусеницы сначала скелетируют листья, затем уничтожают их практически целиком.

Американская белая бабочка является объектом внутреннего и внешнего карантина [9; 25]. Бабочка в размахе крыльев до 30 мм, с белыми крыльями, на которых иногда бывают темные пятнышки, тело опушено белыми волосками. Яйца шаровидные, около 0,5 мм, зеленоватые. Гусеница до 30 мм, на бархатисто-коричневой спинной стороне имеются черные бородавки с пучками белых волосков и длинных щетинок, по бокам – желтая полоска с бородавками оранжевого цвета. Куколка до 15 мм, коричневая. Развивается два поколения в год, в отдельные годы отмечается неполное третье поколение. Зимуют куколки в трещинах коры, заборов, строений, под растительными остатками и пр. Бабочки летают в мае-июне в ночное время, откладывают яйца на нижнюю сторону большими группами (по несколько сотен яиц), прикрывая кладку белыми волосками из брюшка. Гусеницы развиваются в гнездах от 25 до 40 дней [25], затем окукливаются. Лет бабочек второго поколения происходит в июле-августе. Плодовитость бабочек составляет свыше 2,5 тыс. яиц. Вредоносность гусениц, особенно второго поколения, очень велика. Повреждения листового аппарата (скелетирование листьев) приводит к ослаблению растений, снижению урожайности плодовых культур, а нередко и к усыханию.

Ногохвост ильмовый является специализированным вредителем ильмовых пород, периодически в условиях Волгоградской об-

ласть может давать вспышки массового размножения. Передние крылья бабочек темно-серого цвета с двумя темными поперечными полосками вытянуты и заострены на вершине, задние – светло-серые, у наружного края буроватые. Яйца шарообразные, зеленоватые. Гусеницы 45–50 мм, серо-бурой или зеленоватой окраски с многочисленными желтоватыми, черно-окаймленными точками на спинной части и желто-бурой полоской по бокам [17; 25], на конце тела два булавовидных отростка. Куколка 2 мм, черная. Генерация одногодичная. Зимуют куколки в коконе в почве на небольшой глубине. Лет имаго происходит в апреле-мае в вечернее время. Самки откладывают яйца на листья одиночно или небольшими группами. Плодовитость – около 600 яиц. Гусеницы появляются в мае – июне, окукливаются в конце июня – июле в почве на глубине 5–10 см, остаются зимовать [3]. Гусеницы младших возрастов скелетируют листья, старших – съедают практически полностью. При массовых размножениях гусеницы способны мигрировать на значительные расстояния, в результате повреждений посадки ильмовых значительно ослабевают или усыхают.

Ильмовый листоед – монофаг; повреждает различные виды вяза. Периодически дает вспышки массового размножения. Небольшой жук (около 7 мм) желтовато-зеленоватой окраски с темным пятном на голове, двумя темными пятнами на переднеспинке, широкой темной полосой по краю надкрылий, тело овальное, слабовыпуклое, покрыто редкими серовато-желтыми волосками. Яйца желтоватого цвета, бутылковидные, до 1 мм. Личинки до 8 мм, желтовато-черные с рядами бородавок и щетинками на спинной и боковых частях тела. Куколка длиной до 6 мм, желтоватая. В условиях Волгоградской области развивается два-три поколения [26]. Зимуют жуки под листвой, в почве и трещинах коры. Выходят из диапаузы в конце апреля-начале мая. Самки откладывают яйца на нижнюю сторону листьев небольшими кучками. Плодовитость самок – до 700 яиц [25]. Стадия яйца продолжается 8–10 дней, личинки 30–35 дней в зависимости от температуры окружающей среды. С середины июня личинки окукливаются в трещинах коры или в поверх-

ностном слое почвы. Молодые имаго появляются с конца июня, самки откладывают яйца с начала июля, отродившиеся личинки наносят повреждения в течение июля – августа, окукливаются, в конце августа появляются имаго второго поколения [3; 16], питаются до октября, затем уходят на зимовку. Поколения наслаиваются друг на друга, часто в кронах вяза можно увидеть и имаго, и личинок, и яйцекладки. Жуки выгрызают в листьях небольшие отверстия. Наибольший вред наносят личинки, особенно первого поколения, скелетируя листья, которые скручиваются и усыхают. В отдельные годы вредитель способен уничтожить до 90 % листвы, что в сильной степени ослабляет деревья и способствует их усыханию.

Ильмовый пилильщик-зигзаг повреждает ильмовые породы. Поливольтинный вид. В связи с неотчетливо отделенных друг от друга поколений, точное их количество для условий Волгоградской области неизвестно. Зимует в стадии взрослой личинки в коконах в почве на глубине до 5 см. Весной личинки окукливаются. Взрослых пилильщиков можно встретить на протяжении всех летних месяцев. Самки не питаются, не способны к длительному полету, откладывают яйца небольшими кучками (от 7 до 40 шт.) на верхинки зубчиков листьев. Личинка развивается 10–15 дней, окукливается преимущественно на нижней стороне листа или в трещинах коры в коконе в течение 3–5 дней. Личинки младших возрастов выедают в листе характерные зигзагообразные отверстия, личинки старших возрастов съедают лист полностью.

Ильмовый (берестовый, вязовый) пилильщик может давать вспышки массового размножения в защитных лесонасаждениях степной зоны и в городских ильмовых насаждениях. Взрослые особи до 7 мм, с черным покрытым волосками блестящим телом, крылья затемненные со светлой вершиной, ноги оранжево-желтые. Личинки до 13 мм, зеленовато-желтоватого цвета с жирным блеском, тело покрыто светлыми волосками, вдоль спины голубоватая полоска, по бокам – две желтые. Куколка в светло-коричневом коконе [25]. Два, иногда три поколения в год. Зимуют ложногусеницы в коконах в почве. Особенности фенологии вредителя для Волгоградской обла-

сти изучены крайне недостаточно. Ложногусеницы окукливаются весной. Развитие поколений наслаивается друг на друга, одновременно можно обнаружить на деревьях практически все стадии вредителя. Лет взрослых особей первого поколения наблюдается с конца апреля, второго – в середине лета. Самки делают пропилы яйцекладом в главной жилке и откладывают яйца. Личинки первого поколения питаются с конца весны до середины июля, второго – с августа до конца сентября [3]. Летние поколения окукливаются на листьях в рыхлых коконах. Ложногусеницы делают характерные многочисленные змееобразные погрызы в листьях, при высокой численности – съедают их целиком. При высокой численности личинок отмечается сильная и сплошная дефолиация ветвей, особенно молодых.

Белоакациевая листовая галлица распространена повсеместно, где произрастает робиния. Монофаг; повреждает различные виды робинии. Наиболее часто встречается в скверах, внутриквартальных посадках и придорожных лесополосах. Регулярно дает вспышки массового размножения. Имаго до 3 мм, самцы обычно меньше самок. Похожи на маленьких комариков. Окраска тела желтовато-бурого цвета, две пары прозрачных крыльев. Личинки до 0,3 мм, безногие, светло-желтые или светло-оранжевые, почти прозрачные. Куколки закрытые, в бурых ложнококонах. В год развивается

3–4 поколения. Зимуют куколки. Фенология вредителя для Волгоградской области изучена крайне недостаточно. Имаго активны в ночное время, самки откладывают яйца на листья. Личинки делают листовые галлы; размер их варьирует от 6 до 16 мм, где развивается одна или несколько особей. Повреждения листового аппарата личинками приводят к усыханию и опадению листьев, ослаблению деревьев.

Заключение

В результате многолетних энтомологических исследований в городских зеленых насаждениях на территории г. Волгограда рассмотрены эколого-биологические особенности развития и размножения наиболее распространенных многоядных и специализированных вредителей древесно-кустарниковой растительности. Популяции таких вредителей, как непарный и кольчатый шелкопряды, златогузка, лунка серебристая, американская белая бабочка, ильмовый ногохвост, ильмовый пилильщик и ильмовый листоед в отдельные годы способны резко увеличивать численность особей, формируя вспышки массового размножения как в природных лесах, так и в прилегающих к Волгограду системах защитных лесных полос, что вполне может способствовать формированию очагов массового размножения в озеленительных насаждениях урбанизированной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балыкина, Е. Б. Вредители плодовых культур / Е. Б. Балыкина, Н. Н. Трикоз, Л. П. Ягодинская. – Симферополь, 2015. – 268 с.
2. Вредители растений и сельскохозяйственной продукции / А. И. Белый [и др.] – Краснодар, 2024. – 392 с.
3. Данченко, А. М. Эколого-биологические термины в лесном хозяйстве / А. М. Данченко, М. А. Данченко. – Томск, 2002. – 427 с.
4. Защита растений от вредителей / под ред. В. В. Исаичева. – М. : Колос, 2002. – 496 с.
5. Иванцова, Е. А. Аридные экосистемы в условиях техногенного прессинга / Е. А. Иванцова, В. В. Новачадов, Н. В. Онистратенко // Академический вестник ЕЛРПТ. – 2018. – Т. 3, № 4 (6). – С. 22–28.
6. Иванцова, Е. А. Видовой состав и структура сообществ дендрофильных филлофагов в зеленых насаждениях г. Волгограда / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 5–16. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.4.1>
7. Иванцова, Е. А. Видовое разнообразие членистоногих филлофагов в насаждениях урбанизированных территорий / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен // Экология и природопользование : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – С. 266–272.
8. Иванцова, Е. А. Влияние лесных полос на численность и распределение энтомофауны / Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2006. – № 4 (4). – С. 46–50.

9. Иванцова, Е. А. Защита растений от вредителей / Е. А. Иванцова – Волгоград : ВГСХА, 2011. – 373 с.
10. Иванцова, Е. А. Зоогеографическая структура и формирование энтомофаунистических сообществ агролесоландшафтов степной зоны Нижнего Поволжья / Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 1 (29). – С. 85–90.
11. Иванцова, Е. А. Изменчивость численности насекомых-филлофагов в городских насаждениях различных экологических категорий / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен, Т. Ш. Нгуен // Вестник ИРГСХА. – 2023. – № 115. – С. 6–16.
12. Иванцова, Е. А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук / Иванцова Елена Анатольевна. – Саратов, 2009. – 453 с.
13. Иванцова, Е. А. Трофическая структура и хозяйственное значение важнейших вредителей зеленых насаждений г. Волгограда / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 5–19. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.1.1>
14. Иванцова, Е. А. Экологическая оценка разнообразия филлофагов в насаждениях разных категорий г. Волгограда / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен // Географические исследования в контексте социально-экономического развития регионов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Грозный, 2023. – С. 164–168.
15. Иванцова, Е. А. Эколого-трофическая структура сообществ филлофагов в зеленых насаждениях Волгограда / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен // Антропогенная трансформация геопространства: классические подходы и актуальные тренды : материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : ВолГУ, 2025. – С. 12–15.
16. Иллюстрированный атлас-определитель грибов и вредителей древесных растений / В. П. Исиков [и др.]. – Симферополь, 2022. – 236 с.
17. Карпун, Н. И. Атлас вредителей и болезней декоративных насаждений на юге России / Н. И. Карпун, Т. С. Булгаков, Е. Н. Журавлева. – Сочи, 2021. – 216 с.
18. Нгуен, М. Т. Влияние дендрологического разнообразия, рекреационной нагрузки атмосферного воздуха на видовое и численное обилие филлофагов в городских насаждениях / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2023. – Т. 8, № 3 (33). – С. 60–66.
19. Нгуен, М. Т. Особенности структуры комплекса членистоногих филлофагов городских насаждений Волгограда / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2024. – Т. 9, № 3 (37). – С. 80–87.
20. Нгуен, М. Т. Оценка состояния дендрофильной энтомофауны урбанизированных территорий (на примере г. Волгограда) / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 5–17. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.1>
21. Нгуен, М. Т. Таксономический состав филлофагов в насаждениях урбанизированных территорий / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Современные проблемы естественных наук и фармации : сб. ст. Всерос. науч. конф. – Йошкар-Ола, 2023. – С. 65–67.
22. Нгуен, М. Т. Фауна дендрофильных филлофагов в зеленых насаждениях урбоэкосистем / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова, Т. Ш. Нгуен // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 15–28. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.2>
23. Нгуен, М. Т. Филлофаги древесных растений в рекреационно-озеленительных насаждениях Волгограда / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 5–11. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.1>
24. Овсянкин, Р. В. Компьютерное картографирование сохранности зеленых насаждений в городских ландшафтах / Р. В. Овсянкин, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 134–140.
25. Осмоловский, Г. Е. Энтомология / Г. Е. Осмоловский, Н. В. Бондаренко. – Л. : Колос, 1980. – 359 с.
26. Серый, Г. А. Массовые размножения ильмового листоеда в Волгоградской области / Г. А. Серый // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 187. – С. 304–310.
27. Environmental Evaluation of the System of Protective Forest Plantations in Urban Landscapes Volgograd Agglomeration Using Gis-Technologies / E. A. Ivantsova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions. – 2019. – P. 12–36.
28. Nguyen, M. T. Taxonomic Structure of Tree Species Pests on the Territory of Volgograd / M. T. Nguyen, T. S. Nguyen, E. A. Ivantsova // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. – Волжский, 2023. – С. 112–115.

REFERENCES

1. Balykina Je.B., Trikoz N.N., Jagodinskaja L.P. *Vrediteli plodovykh kultur* [Pests of Fruit Crops]. Simferopol, 2015. 268 p.

2. Belyj A.I., Zamotajlov A.S., Popov I.B. *Vrediteli rastenij i selskohochozajstvennoj produkcii* [Pests of Plants and Agricultural Products]. Krasnodar, 2024. 392 p.
3. Danchenko A.M., Danchenko M.A. *Ekologo-biologicheskiye terminy v lesnom hozhajstve* [Environmental and Biological Terms in Forestry]. Tomsk, 2002. 427 p.
4. Isaichev V.V., ed. *Zachshita rastenij ot vreditel'ev* [Protecting Plants from Pests]. Moscow, Kolos Publ., 2002. 496 p.
5. Ivantsova E.A., Novochadov V.V., Onistratenko N.V. Aridnye ekosistemy v usloviyakh tekhnogennoy pressinga [Arid Ecosystems Under Technogenic Pressure]. *Akademicheskij vestnik ELPIT*, 2018, vol. 3, no. 4 (6), pp. 22-28.
6. Ivantsova E.A., Nguen M.Ch. Vidovoy sostav i struktura soobshchestv dendrofilnykh fillofagov v zelenykh nasazhdeniyakh g. Volgograda [Species Composition and Structure of Dendrophil Phyllophagus Communities in Green Plants of Volgograd]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 5-16. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.4.1>
7. Ivantsova E.A., Nguen M.T. Vidovoye raznoobrazie chlenistonogikh fillofagov v nasazhdeniyakh urbanizirovannykh territorij [Species Diversity of Arthropods of Phyllophages in Plantations of Urbanized Territories]. *Ekologiya i prirodopolzovanie: materialy II Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Ecology and Nature Management. Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference]. Krasnodar, KubGAU, 2023, pp. 266-272.
8. Ivantsova E.A. Vliyanie lesnykh polos na chislennost i raspredelenie entomofauny [The Impact of Forest Belts on the Abundance and Distribution of Entomofauna]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professionalnoye obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2006, no. 4 (4), pp. 46-50.
9. Ivantsova E.A. *Zachshita rastenij ot vreditel'ev* [Protecting Plants from Pests]. Volgograd, VGSKhA, 2011. 373 p.
10. Ivantsova E.A. Zoogeograficheskaya struktura i formirovaniye entomofaunisticheskikh soobshchestv agrolesolandshaftov stepnoj zony Nizhnego Povolzhya [Zoogeographical Structure and Formation of Entomofaunal Communities in Agroforest Landscapes of the Steppe Zone of the Lower Volga Region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professionalnoye obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2013, no. 1 (29), pp. 85-90.
11. Ivantsova E.A., Nguen M.T., Nguen T.Sh. Izmenchivost chislennosti nasekomykh-fillofagov v gorodskikh nasazhdeniyakh razlichnykh ekologicheskikh kategorij [Variability in the Number of Phyllophagous Insects in Urban Plantations of Various Ecological Categories]. *Vestnik IrGSKhA* [Bulletin of the IrGSHA], 2023, no. 115, pp. 6-16.
12. Ivantsova E.A. *Optimizatsiya fitosanitarnogo sostojaniya agrobiocenozov Nizhnego Povolzhya: dis. ... d-ra s.-kh. nauk* [Optimization of the Phytosanitary State of the Lower Volga Region Agrobiocenoses. Dr. Agriculture sci. diss.]. Saratov, 2009. 453 p.
13. Ivantsova E.A., Nguen M.Ch. Troficheskaya struktura i khozajstvennoye znachenie vazhnejshikh vreditel'ev zelenykh nasazhdenij g. Volgograda [Trophic Structure and Economic Significance of the Most Important Pests of Green Plants in Volgograd]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 5-19. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.1.1>
14. Ivantsova E.A., Nguen M.Ch. Ekologicheskaya ocenka raznoobrazija fillofagov v nasazhdeniyakh raznykh kategorij g. Volgograda [Ecological Assessment of the Diversity of Phyllophages in Plantings of Different Categories in Volgograd]. *Geograficheskiye issledovaniya v kontekste socialno-ekonomicheskogo razvitiya regionov: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Geographical Research in the Context of Regional Socio-Economic Development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Grozny, 2023, pp. 164-168.
15. Ivantsova E.A., Nguen M.Ch. Ekologo-troficheskaya struktura soobshchestv fillofagov v zelenykh nasazhdeniyakh Volgograda [Ecological and Trophic Structure of Phyllophage Communities in Green Spaces of Volgograd]. *Antropogennaya transformatsiya geoproststranstva: klassicheskiye podkhody i actualnyye trendy: materialy VII Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Classical Approaches and Current Trends. Proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, VolGU, 2025, pp. 12-15.
16. Isikov V.P., Trikoz N.N., Jatskova Je. V. et al. *Illjustrirovannyj atlas-opredelitel gribov i vreditel'ev drevesnykh rastenij* [Illustrated Atlas of Fungi and Pests of Woody Plants]. Simferopol, 2022. 236 p.
17. Karpun N.I., Bulgakov T.S., Zhuravleva Je.N. *Atlas vreditel'ev i boleznej dekorativnykh nasazhdenij na juge Rossii* [Atlas of Pests and Diseases of Ornamental Plants in the South of Russia]. Sochi, 2021. 216 p.
18. Nguen M.Ch., Ivantsova E.A. Vliyanie dendrologicheskogo raznoobrazija, rekreacionnoj nagruzki atmosfernogo vozdukh na vidovoye i chislennoye obilije fillofagov gorodskikh nasazhdenijakh [Influence of Dendrological Diversity and Recreational Air Pollution on the Species and Numerical Abundance of Phyllophagous Insects in Urban Plantations]. *Groznenskij jestestvennonauchnyj bjulleten* [Grozny Natural Science Bulletin], 2023, vol. 8, no. 3 (33), pp. 60-66.
19. Nguen M.Ch., Ivantsova E.A. Osobennosti struktury kompleksa chlenistonogikh fillofagov gorodskikh nasazhdenij Volgograda [Features of the Structure of the Arthropod Phyllophage Complex of Urban Plantations]

in Volgograd] *Groznenskiy jestestvennonauchnyy bjulleten* [Grozny Natural Science Bulletin], 2024, vol. 9, no. 3 (37), pp. 80-87.

20. Nguen M.Ch., Ivantsova E.A. Ocenka sostojanija dendrofilnoj entomofauny urbanizirovannykh territorij (na primere g. Volgograda) [Assessment of the Condition of Dendrophilous Entomofauna of Urbanized Territories (Based on the Example of Volgograd)]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 5-17. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.1>

21. Nguen M.Ch., Ivantsova E.A. Taksonomicheskij sostav fillofagov v nasazhdenijakh urbanizirovannykh territorij [Taxonomic Composition of Phyllophagous Insects in Urbanized Areas]. *Sovremennyye problemy jestestvennykh nauk i farmacii: sb. st. Vseros. nauch. konf.* [Modern Problems of Natural Sciences and Pharmacy. Collection of Articles from the All-Russian Scientific Conference]. Yoshkar-Ola, 2023, pp. 65-67.

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

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

24. Ovsjankin R.V., Ivantsova E.A. Kompjuternoje kartografirovanije sokhrannosti zelenykh nasazhdenij v gorodskikh landshaftakh [Computer Mapping of the Preservation of Green Spaces in Urban Landscapes]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2016, no. 2 (42), pp. 134-140.

25. Osmolovskij G.Je., Bondarenko N.V. *Entomologija* [Entomology]. Leningrad, Kolos Publ., 1980. 359 p.

26. Seryj G.A. Massovyje razmnozhenija ilmovogo listojeda v Volgogradskoj oblasti [Mass Reproduction of the Elm Leaf Beetle in the Volgograd Region]. *Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2009, vol. 187, pp. 304-310.

27. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Onistratenko N.V., Ovsjankin R.V. Environmental Evaluation of the System of Protective Forest Plantations in Urban Landscapes Volgograd Agglomeration Using Gis-Technologies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions*, 2019, pp. 12-36.

28. Nguyen M.C., Nguyen T.S., Ivantsova E.A. Taxonomic Structure of Tree Species Pests on the Territory of Volgograd. *Problemy ustojchivogo razvitiya i ekologo-ekonomicheskoy bezopasnosti regionov: materialy XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Problems of Sustainable Development and Environmental and Economic Security of Regions. Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Conference]. Volzhskiy, 2023, pp. 112-115.

Information About the Authors

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

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

Информация об авторах

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

Мин Ть Нгуен, аспирант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; аспирант, Строительный университет Мьентрунга, провинция Пхуен, Нгуен Ду, 24, г. Туйхоа, Вьетнам, saothang1086@gmail.com



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.3>

UDC 631.47:004.9

LBC C28.08+T5

DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGROCHEMICAL SOIL MONITORING

Ekaterina A. Chernova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Valeria V. Egorova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Yuliya A. Zimina

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Digital technologies and artificial intelligence systems in particular, are increasingly being used in various fields. This significantly reduces the resources required to collect, process, and analyze large volumes of information and also helps quickly and efficiently develop practical solutions. These technologies are relevant in any field, including agriculture, the industry that ensures the country's food security. The efficiency of agriculture depends on many factors, but primarily on the quality, fertility, and environmental safety of soils. This article presents an overview of domestic research on the application of advanced digital technologies for agrochemical monitoring of agricultural lands. Machine learning, neural network modeling, and cyber-physical systems for assessing soil quality are considered. Particular attention is paid to the use of classification algorithms, regression analysis, and computer vision systems in crop yield forecasting and land degradation monitoring. The article provides recommendations for the feasibility of integrating digital technologies into agricultural and urban land research, taking into account the regional characteristics of our country. Prospects for the development of robotic solutions and nanotechnology in precision agriculture are discussed.

Key words: agrochemical monitoring, artificial intelligence, machine learning, soil fertility, remote sensing, digital technologies, computer vision.

Citation. Chernova E.A., Egorova V.V., Zimina Yu.A. Digital Technologies in Agrochemical Soil Monitoring. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 3, pp. 21-33. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.3>

УДК 631.47:004.9

ББК C28.08+T5

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОХИМИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ПОЧВ

Екатерина Андреевна Чернова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Валерия Вячеславовна Егорова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Юлия Александровна Зимина

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Цифровые технологии и, в частности, системы искусственного интеллекта, находят все большее применение в различных сферах деятельности человека. Это значительно сокращает ресурсы на сбор, обработку, анализ большого объема информации, а также помогает быстро и эффективно выработать

практически значимые решения. Данные технологии актуальны в любой сфере, в том числе в сельском хозяйстве, отрасли, которая обеспечивает продовольственную безопасность страны. Эффективность сельского хозяйства зависит от многих факторов, но в первую очередь от качества, плодородия, экологической безопасности почв. В статье представлен обзор отечественных исследований в области применения передовых цифровых технологий для агрохимического мониторинга сельскохозяйственных земель. Рассмотрены методы машинного обучения, нейросетевого моделирования и киберфизических систем для оценки качества почв. Особое внимание уделено применению алгоритмов классификации, регрессионного анализа и систем компьютерного зрения в задачах прогнозирования урожайности и мониторинга деградации земель. В статье приведены рекомендации по возможности интеграции цифровых технологий в исследования сельскохозяйственных и городских земель с учетом региональных особенностей нашей страны. Показаны перспективы развития робототехнических решений и нанотехнологий в точном земледелии.

Ключевые слова: агрохимический мониторинг, искусственный интеллект, машинное обучение, плодородие почв, дистанционное зондирование, цифровые технологии, компьютерное зрение.

Цитирование. Чернова Е. А., Егорова В. В., Зимина Ю. А. Цифровые технологии в агрохимическом мониторинге почв // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 21–33. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.3>

Введение

Агрохимический мониторинг почвенного покрова представляет собой систему длительных наблюдений за изменением свойств почв под влиянием антропогенных и природных факторов. Традиционные методы контроля, основанные на периодическом отборе проб и лабораторных анализах, требуют значительных временных и материальных затрат, что ограничивает возможности оперативного реагирования на изменения почвенных параметров [1; 12; 43]. Накопление данных многолетних наблюдений на территории различных регионов России создало предпосылки для внедрения принципиально новых подходов к обработке и интерпретации агрохимической информации.

Развитие вычислительных технологий и методов анализа больших данных открыло возможности для качественного изменения системы мониторинга плодородия почв. Интеграция алгоритмов искусственного интеллекта в процессы обработки агрохимических данных позволяет выявлять сложные закономерности, недоступные при использовании классических статистических методов [36]. Применение технологий машинного обучения обеспечивает построение прогностических моделей с учетом множественных факторов, влияющих на динамику почвенных показателей, что особенно важно в условиях пространственной неоднородности агроландшафтов [28].

Перспективным направлением развития агрохимического мониторинга является использование данных дистанционного зондиро-

вания Земли в сочетании с наземными измерениями. Спектральные характеристики почвенного покрова, получаемые со спутников и беспилотных летательных аппаратов, содержат информацию о концентрации элементов питания и других агрохимических показателях [22; 37]. Обработка этих данных методами компьютерного зрения и глубокого обучения позволяет создавать детальные карты распределения почвенных свойств без проведения трудоемких полевых обследований.

Робототехнические системы и киберфизические комплексы открывают новые возможности для автоматизации процессов мониторинга и управления плодородием почв в режиме реального времени [5; 38]. Интеллектуальные сенсорные сети, размещенные на сельскохозяйственных угодьях, обеспечивают непрерывный сбор данных о состоянии почвенной среды, что критически важно для принятия обоснованных агротехнических решений. Нанотехнологии расширяют арсенал средств точного земледелия, позволяя создавать новые типы удобрений и мелиорантов с контролируемым высвобождением питательных веществ [33].

Данная работа посвящена анализу методов применения искусственного интеллекта и цифровых технологий в системе агрохимического мониторинга почв. *Целью исследования* является анализ современных цифровых технологий в области оценки и прогнозирования изменений агрохимических показателей почв и возможности их применения в России с учетом региональных особенностей.

Методы машинного обучения и другие цифровые технологии в анализе агрохимических данных

Применение алгоритмов машинного обучения для обработки результатов агрохимического мониторинга базируется на возможности автоматического выявления закономерностей в многомерных массивах данных [3]. Методы классификации и регрессии позволяют устанавливать связи между спектральными характеристиками, получаемыми при дистанционном зондировании, и фактическим содержанием элементов питания в почве [22]. Исследования показывают, что алгоритмы случайного леса и градиентного бустинга демонстрируют высокую точность при определении содержания фосфора по данным мультиспектральной съемки, что подтверждает перспективность бесконтактных методов оценки агрохимических показателей.

Нейросетевые технологии находят применение в задачах пространственного моделирования загрязнения и деградации почв на территориях, подверженных техногенному воздействию [25]. Многослойные персептроны и сверточные нейронные сети способны аппроксимировать сложные нелинейные зависимости между концентрациями загрязняющих веществ и комплексом природных и антропогенных факторов [4]. Преимуществом нейросетевого подхода является возможность обучения на неполных данных с последующей экстраполяцией результатов на территории, не охваченные регулярным мониторингом.

Ранжирование агротехнологий по эффективности их влияния на почвенное плодородие представляет собой комплексную задачу, требующую учета множественных биологических и агрохимических показателей. Применение искусственных нейронных сетей для анализа индексов микробиологической активности и параметров плодородия позволяет выявлять наиболее перспективные системы обработки почвы и применения удобрений [9]. Такой подход обеспечивает объективную оценку агротехнических приемов на основе интегральных критериев, что важно для формирования рекомендаций по оптимизации систем земледелия в различных природно-климатических зонах.

Картографирование содержания и запасов органического углерода в почвах требует интеграции данных различной природы и пространственного разрешения. Методы геостатистического анализа в сочетании с алгоритмами машинного обучения используются для создания цифровых почвенных карт на региональном и локальном уровнях [50]. Кригинг с внешним дрейфом и регрессионный кригинг позволяют учитывать взаимосвязи между содержанием органического вещества и характеристиками рельефа, растительности, климата, что повышает точность пространственных прогнозов по сравнению с традиционными интерполяционными методами.

Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе агрохимических показателей почв осуществляется с использованием регрессионных моделей и ансамблевых методов машинного обучения [26]. Математические модели, учитывающие содержание подвижных форм азота, фосфора, калия, гумуса, кислотность почвы и метеорологические параметры вегетационного периода, обеспечивают достаточную точность прогнозов для принятия управленческих решений. Программные комплексы, реализующие эти модели, интегрируются с геоинформационными системами, что позволяет визуализировать пространственное распределение ожидаемой продуктивности посевов.

Технологии компьютерного зрения применяются для автоматизированной оценки деградации земель сельскохозяйственного назначения по данным мультиспектральной съемки [34]. Алгоритмы сегментации изображений и классификации пикселей позволяют выделять участки с признаками эрозии, засоления, переуплотнения почв. Глубокие сверточные сети обучаются распознавать визуальные паттерны, характерные для различных типов деградации, что обеспечивает масштабируемость мониторинга на больших территориях без привлечения экспертов для визуального децифрования снимков.

Интеллектуальные системы мониторинга состояния почвы с использованием беспилотных летательных аппаратов объединяют технологии дистанционного зондирования, машинного обучения и автоматического планирования полетов [37]. Беспилотные лета-

тельные аппараты, оснащенные мультиспектральными и гиперспектральными камерами, осуществляют регулярную съемку полей с высоким пространственным разрешением. Полученные изображения обрабатываются с использованием алгоритмов вычисления вегетационных индексов и классификации почвенного покрова, результаты передаются в центр обработки данных для формирования рекомендаций по дифференцированному внесению удобрений.

Киберфизические системы для мониторинга орошаемых агроценозов интегрируют распределенную сенсорную сеть, систему управления поливом и аналитический модуль на основе методов машинного обучения [5]. Датчики влажности, температуры, электропроводности почвы передают данные в режиме реального времени. Алгоритмы анализируют динамику измеряемых параметров, прогнозируют водный режим и генерируют управляющие сигналы для оросительной системы, обеспечивая оптимальные условия для развития растений с учетом текущего состояния почвенной среды.

Математические модели региональных эталонов используются для нормирования и интерпретации результатов агрохимического мониторинга [27]. Эталонные значения показателей плодородия определяются для участков с различными почвенно-климатическими условиями и системами земледелия. Методы кластерного анализа и многомерного шкалирования позволяют группировать территории со сходными агрохимическими характеристиками, что важно для корректного сравнения данных мониторинга и выявления трендов изменения плодородия. Интеграция этих моделей с системами поддержки принятия решений обеспечивает адаптацию агротехнических рекомендаций к локальным условиям.

Цифровые платформы для агрохимии объединяют инструменты сбора, хранения, обработки и визуализации данных мониторинга почвенного плодородия [6; 42]. Облачные сервисы обеспечивают доступ к аналитическим функциям и базам данных для широкого круга пользователей – от специалистов агрохимических лабораторий до руководителей сельскохозяйственных предприятий. Применение технологий больших данных и распре-

ленных вычислений позволяет обрабатывать информацию с миллионов гектаров сельхозугодий, выявляя закономерности изменения почвенных показателей на региональном и национальном уровнях.

Анализ перспектив применения цифровых технологий в сельском хозяйстве России с учетом региональных особенностей

Ученым и специалистам в области сельского хозяйства приходится решать широкий спектр задач, связанный с агрохимическим мониторингом почв, анализом плодородия, составлением прогнозов, определением нуждаемости почв в удобрениях и мелиорантах. Внедрение в сельскохозяйственные процессы высоких цифровых технологий позволяет существенно повысить их эффективность.

Мониторинг агрохимических показателей плодородия пахотных почв в лесостепной зоне Республики Башкортостан выявил необходимость учета пространственной вариативности содержания гумуса и подвижных форм фосфора при построении прогностических моделей [1]. Длительные наблюдения за динамикой почвенных свойств на территории Присимской лесостепи показали, что традиционные статистические методы недостаточно эффективны для описания нелинейных трендов изменения плодородия. Однако данная задача может быть решена с применением нейросетевых алгоритмов анализа временных рядов агрохимических данных.

Результаты мониторинга плодородия почв в степных районах Костанайской области подтверждают важность интеграции данных дистанционного зондирования с наземными измерениями для повышения репрезентативности оценок [2]. Пространственная неоднородность распределения органического вещества и элементов питания в условиях засушливого климата требует применения геостатистических методов в сочетании с алгоритмами машинного обучения. Картографирование агрохимических показателей на основе спутниковых данных позволит выявлять участки с признаками деградации и оптимизировать размещение точек отбора проб при последующих циклах мониторинга.

Опыт агрохимического обследования почв Воронежской области демонстрирует значимость зональных особенностей при интерпретации результатов мониторинга [30]. Черноземы южных и юго-восточных районов характеризуются различной динамикой изменения кислотности и содержания подвижного фосфора, что необходимо учитывать при калибровке моделей машинного обучения. Применение методов ансамблевого обучения с раздельной настройкой параметров для различных почвенных зон повысит точность прогнозов агрохимических показателей и обеспечит корректность рекомендаций по применению удобрений.

Мониторинг агрохимических свойств мелиорированных дерново-подзолистых почв требует специфических подходов к обработке данных [39]. Гидроморфные почвы характеризуются высокой временной изменчивостью окислительно-восстановительных условий, что влияет на доступность элементов питания для растений. Интеллектуальные системы анализа данных позволяют моделировать динамику агрохимических показателей с учетом режима увлажнения и функционирования дренажных систем, что критически важно для управления плодородием осушенных земель.

Агрохимическое обследование почв Тульской области выявило территории с различной степенью обеспеченности элементами питания, что потребовало разработки дифференцированных систем удобрения [41]. Цифровые технологии обработки результатов мониторинга позволят создавать карты варьирования почвенных показателей с высоким пространственным разрешением, которые могут использоваться для программирования систем точного земледелия. Геоинформационные платформы интегрируют данные агрохимических обследований с информацией об урожайности культур, обеспечивая возможность ретроспективного анализа эффективности агротехнических мероприятий.

Мониторинг плодородия почв аридных территорий юга России характеризуется необходимостью учета экстремальных погодных явлений и их влияния на агрохимические показатели [7; 8; 13–20; 23; 31; 35; 46–49]. Засухи и ливневые осадки вызывают значитель-

ные колебания содержания минерального азота и подвижного калия в почве. Прогностические модели на основе машинного обучения учитывают метеорологические параметры как дополнительные признаки, что повышает точность оценки текущего состояния почвенного плодородия и позволяет корректировать системы удобрения в зависимости от складывающихся погодных условий.

Результаты агрохимического мониторинга почв Бахчисарайского района демонстрируют специфику горно-предгорных территорий с разнообразием типов почв на ограниченном пространстве [44]. Высокая пространственная гетерогенность агрохимических показателей требует применения методов сегментации территории на однородные участки перед построением регрессионных моделей. С помощью алгоритмов кластеризации можно обеспечить корректность статистической обработки результатов исследования почв.

Особую роль играет агрохимический мониторинг почв для регионов, которые большую часть года подвержены низким температурам. К таким регионам относится, к примеру, Тюменская область. В холодном климате разложение растительных остатков, накопление питательных элементов в почвах происходят с региональными особенностями. Данная ситуация требует изменений в стандартных моделях прогнозирования динамики плодородия почв и урожайности [12]. Алгоритмы нейросетей могут обучаться на базе региональных данных, что обеспечит более точные прогнозы.

Агрохимический мониторинг почв Липецкой области проводится на протяжении многих десятилетий с целью изучения динамики содержания гумуса, фосфора, серы, калия и других важных свойств почв [29]. Применение современных геоинформационных систем для визуализации пространственно-временной динамики показателей плодородия, интеграция данных многолетних наблюдений в единую цифровую платформу позволит выявлять долгосрочные тренды изменения агрохимических свойств почв и оценивать эффективность реализуемых программ воспроизводства плодородия.

Робототехника открывает принципиально новые возможности для автоматизации

различных сельскохозяйственных процессов, например, для внесения удобрений [38]. Современные роботизированные системы могут использоваться также для отбора проб почвы и полевого экспресс-анализа агрохимических показателей. Мобильные роботизированные платформы, оснащенные манипуляторами и портативными аналитическими системами, способны автономно перемещаться по полю, осуществлять отбор почвенных образцов в заданных точках и проводить измерения содержания элементов питания методами оптической спектроскопии или электрохимического анализа. Данные могут передаваться сразу в центр обработки, что сокращает время от момента отбора проб до получения результатов и формирования агротехнических рекомендаций.

Нанотехнологии расширяют арсенал средств управления агрохимическими процессами в почве [33]. Наночастицы металлов и их оксидов используются как микроудобрения с повышенной биодоступностью элементов питания. Нанокapsулирование удобрений обеспечивает контролируемое высвобождение питательных веществ в соответствии с потребностями растений на различных фазах развития. Интеллектуальные системы управления с применением наноматериалов учитывают текущее состояние почвенного плодородия по данным мониторинга и оптимизируют дозы и сроки внесения нанопрепаратов для максимизации их агрономической эффективности.

Ретикулярная химия предлагает новые подходы к созданию функциональных материалов для агрохимии на основе металл-органических каркасов [11]. Эти структуры обладают высокой пористостью и способностью к адсорбции различных молекул, что может использоваться для разработки пролонгированных удобрений и средств детоксикации загрязненных почв. Применение методов компьютерного моделирования позволяет проектировать металл-органические каркасы с заданными свойствами, оптимальными для конкретных агрохимических задач. Интеграция этих материалов в системы точного земледелия открывает перспективы для повышения эффективности использования удобрений и снижения экологической нагрузки на агроэкосистемы.

Агрохимический мониторинг почв природоохраненных территорий требует особых подходов, учитывающих необходимость сохранения естественного состояния почвенного покрова [24, 40, 45]. Методы дистанционного зондирования и неразрушающего анализа почв являются предпочтительными для минимизации антропогенного воздействия. Алгоритмы машинного обучения позволяют оценивать агрохимические показатели по спектральным характеристикам растительности и поверхности почвы без необходимости отбора проб, что важно для мониторинга эталонных участков и выявления фоновых трендов изменения почвенных свойств.

Мониторинг агрохимических показателей почв урбанизированных территорий представляет собой специфическую задачу, требующую учета техногенного загрязнения и нарушения почвенного профиля [10; 21]. Агрохимическое обследование почв города Сургута выявило высокую пространственную вариабельность содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов, что необходимо учитывать при оценке пригодности земель для использования в городском озеленении и любительском садоводстве [32]. Цифровые технологии обработки данных мониторинга позволяют создавать карты экологического состояния городских почв и разрабатывать рекомендации по их рекультивации и безопасному использованию.

Заключение

Анализ отечественных исследований в области применения искусственного интеллекта и цифровых технологий в агрохимическом мониторинге почв свидетельствует о формировании нового методологического подхода к оценке и управлению плодородием. Интеграция методов машинного обучения, нейросетевого моделирования и дистанционного зондирования обеспечивает переход от периодических точечных обследований к непрерывному мониторингу состояния почвенного покрова с высоким пространственным и временным разрешением. Стоит отметить, что внедрение подобных технологий в России пока находится на начальной стадии. Это в первую очередь вызвано недостатком специалистов в

области применения цифровых технологий для решения конкретных задач, включая мониторинг состояния сельскохозяйственных земель.

Перспективы развития цифровых технологий в агрохимическом мониторинге связаны с совершенствованием методов глубокого обучения для обработки гиперспектральных данных дистанционного зондирования, созданием автономных робототехнических систем для полевого анализа почв и разработкой интеллектуальных платформ поддержки принятия решений, интегрирующих данные из множественных источников. Развитие технологий интернета вещей и киберфизических

систем обеспечит создание распределенных сенсорных сетей для мониторинга состояния почв в режиме реального времени, что позволит оперативно реагировать на изменения агрохимических показателей и оптимизировать применение удобрений.

Междисциплинарное сотрудничество специалистов в области почвоведения, агрохимии, информатики и робототехники обеспечит создание эффективных инструментов цифровой трансформации системы управления плодородием почв, что будет способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства и сохранению почвенных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдульманов, Р. И. Мониторинг агрохимических показателей плодородия пахотных почв Присимской лесостепи Республики Башкортостан / Р. И. Абдульманов, Р. Г. Ихсанов, Р. А. Миндибаев // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 3 (69). – С. 55–57.
2. Алманова, Ж. С. Современное состояние почвенного плодородия пахотных почв Федоровского района Костанайской области / Ж. С. Алманова, С. О. Кенжегулова, М. Е. Калакова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 9. – С. 81–86.
3. Бадмаева, М. Х. К вопросу об особенностях и проблемах применения систем искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / М. Х. Бадмаева // Вестник Бурятского государственного университета. – 2022. – № 3. – С. 75–83.
4. Басова, И. А. Нейросетевое моделирование загрязнения почв на территории горнопромышленного региона / И. А. Басова, А. А. Миненко, Д. А. Белоусов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2014. – № 4. – С. 3–9.
5. Боровой, С. Е. Киберфизические системы в мониторинге орошаемых агроценозов / С. Е. Боровой, О. П. Комарова, К. Ю. Козенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2 (70). – С. 552–562.
6. Внедрение компьютерных и инновационных технологий в агрохимию / Х. Чарыева [и др.] // Инновационная наука. – 2024. – Т. 1, № 12-1. – С. 144–146.
7. Водолазко, А. Н. Плодородие каштановых и светло-каштановых почв сухостепной почвенной зоны Волгоградской области / А. Н. Водолазко, Д. А. Ясинский, Е. А. Иванцова // Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – с. Солёное Займище, 2015. – С. 147–150.
8. Водолазко, А. Н. Эколого-токсикологическая характеристика почв сухостепной зоны Волгоградской области / А. Н. Водолазко, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : ВолГУ, 2015. – С. 141–147.
9. Воробьев, Н. И. Нейросетевое ранжирование агротехнологий по индексам микробиологической активности почвы и почвенного плодородия: новые возможности статистического анализа / Н. И. Воробьев // Сельскохозяйственная биология. – 2025. – Т. 60, № 1. – С. 70–81.
10. Гордиенко, О. А. Определение запечатанности почвенного покрова урболандшафтов по космическим снимкам (на примере г. Волгограда) / О. А. Гордиенко, Е. А. Иванцова // Материалы научной сессии. Т. 1. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2020. – С. 258–262.
11. Давыдив, М. Я. Ретикулярная химия и перспективы ее применения в агрохимии (обзорная статья) / М. Я. Давыдив // Научный журнал молодых ученых. – 2021. – № 4 (25). – С. 27–33.
12. Евтушкова, Е. П. Мониторинг агрохимических показателей плодородия пахотных почв Тюменской области / Е. П. Евтушкова, А. И. Солошенко // International Agricultural Journal. – 2023. – Т. 66, № 4.
13. Иванцова, Е. А. Защита почв от эрозии и воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Современные тенденции развития аграрного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, 2016. – С. 356–359.

14. Иванцова, Е. А. Использование геоинформационных технологий и космических снимков для анализа агроландшафтов / Е. А. Иванцова, И. А. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 357–366.
15. Иванцова, Е. А. Качество почв земель сельскохозяйственного назначения сухостепной почвенной зоны Волгоградской области / Е. А. Иванцова, А. Н. Водолазко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2 (50). – С. 150–157.
16. Иванцова, Е. А. Ландшафтно-экологическая оптимизация землепользования в агроландшафтах степной зоны / Е. А. Иванцова // Инновации и интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 525–527.
17. Иванцова, Е. А. Мероприятия по повышению плодородия светло-каштановых почв Волгоградской области / Е. А. Иванцова, А. А. Данилов, В. В. Нестеров // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : ВолГУ, 2019. – С. 252–256.
18. Иванцова, Е. А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук / Иванцова Елена Анатольевна. – Саратов, 2009. – 453 с.
19. Иванцова, Е. А. Противоэрозионные мероприятия и воспроизводство плодородия почвенного покрова в Нижневолжском регионе / Е. А. Иванцова // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 67. – С. 161–164.
20. Иванцова, Е. А. Устойчивое развитие агроэкосистем / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева, Ю. С. Половинкина // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2014. – С. 27–30.
21. Картографирование и оценка степени запечатанности почв города Волгограда / О. А. Гордиенко [и др.] // Почвоведение. – 2019. – № 11. – С. 1383–1392.
22. Классификация содержания фосфора методами машинного обучения по данным дистанционного зондирования Земли / А. М. Бекбаева [и др.] // The Scientific Heritage. – 2020. – № 56-3 (56). – С. 29–36. – DOI: <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2020-56-3-29-36>
23. Комарова, И. А. Лесомелиоративная оценка агроландшафтов Сарпинской низменности по данным дистанционного зондирования / И. А. Комарова, Е. А. Иванцова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 9. – С. 7–12.
24. Лукин С. В. Результаты мониторинга плодородия почв государственного заповедника «Белогорье» / С. В. Лукин, В. Д. Соловichenko // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 8. – С. 15–17.
25. Матвеева, А. А. Применение интерактивных технологий в контексте формирования экологоориентированной личности будущих специалистов / А. А. Матвеева, Е. А. Иванцова // Вестник Нижневолжского государственного университета. – 2018. – № 2. – С. 68–74.
26. Математические модели и программный комплекс по прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур / Д. А. Благоев [и др.] // Агротехника и энергообеспечение. – 2019. – № 3 (24). – С. 182–188.
27. Математические модели региональных эталонов в агрохимическом мониторинге почв / Е. Г. Пивоварова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 8 (178). – С. 54–62.
28. Моделирование и оценка уровня плодородия почвы / Н. И. Джаббаров [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 407–423.
29. Мониторинг агрохимических показателей почв Липецкой области / П. А. Чекарчев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 8. – С. 9–16.
30. Мониторинг агрохимических показателей почв юго-восточных и южных районов Воронежской области / М. А. Жабин [и др.] // Агрохимический вестник. – 2014. – № 2. – С. 4–7.
31. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников [и др.] // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 8–13.
32. Наконечный, Н. В. Агрохимический мониторинг почв города Сургута / Н. В. Наконечный, А. И. Фахрутдинов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1–8. – С. 2054–2060.
33. Наночастицы и нанотехнологии в агрохимии / О. Ю. Лобанкова [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2022. – № 4 (48). – С. 30–34.
34. О применении технологии компьютерного зрения в задаче мониторинга деградации земель сельскохозяйственного назначения / Р. Д. Тишина [и др.] // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2024. – № 5. – С. 318–322.
35. Особенности возделывания подсолнечника на черноземных почвах Волгоградской области / Н. Ю. Петров [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 4 (24). – С. 37–43.

36. Петровская, Ю. Д. Применение искусственного интеллекта для целей мониторинга загрязнения земель / Ю. Д. Петровская, Е. В. Краснянская // Вестник науки. – 2025. – № 5 (86). – С. 2084–2090.
37. Ринас Н. А. Анализ интеллектуальных систем мониторинга состояния почвы с использованием беспилотных летательных аппаратов / Н. А. Ринас, М. С. Косников // Региональная и отраслевая экономика. – 2025. – № 1. – С. 17–23. – DOI: <https://doi.org/10.47576/2949-1916.2025.1.1.002.14>
38. Робототехника в агрохимии точного земледелия / А. Ю. Измайлов [и др.] // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 53–57.
39. Рублюк, М. В. Мониторинг агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы мелиорированных агроландшафтов / М. В. Рублюк, Д. А. Иванов // Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 28–30.
40. Ряснов, В. А. Применение метода дешифрирования космоснимков при оценке состояния лесных ценозов Волго-Ахтубинской поймы / В. А. Ряснов, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : ВолГУ, 2015. – С. 204–209.
41. Саидов, М. М. Агрохимический мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения в Тульской области / М. М. Саидов, Г. А. Новикова, Е. М. Молчанова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 51–55.
42. Семионова, А. К. Цифровые технологии в агрохимии: новая эра повышения урожайности и устойчивости / А. К. Семионова // Научный журнал молодых ученых. – 2024. – № 5 (40). – С. 37–42.
43. Снижение негативного воздействия на агроценозы путем управления примыкающими природно-антропогенными системами / Е. А. Иванцова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2017. – Т. 19, № 4 (41). – С. 138–146. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>
44. Соцкова, Л. М. Мониторинг агрохимических показателей почв сельскохозяйственного назначения бахчисарайского района / Л. М. Соцкова, Я. И. Чернов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2024. – № 4. – С. 86–98.
45. Холоденко, А. В. Анализ формирования и современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Волгоградской области / А. В. Холоденко, Е. А. Иванцова, Л. В. Полосина // Биоразнообразие, рациональное использование биологических ресурсов и биотехнологии : материалы Междунар. науч.-практ. онлайн-конф. – Астрахань, 2021. – С. 161–164.
46. Экобиотехнологии оптимизации аридных фитоценозов юго-востока европейской части России / Е. А. Иванцова [и др.]. – Волгоград, 2019. – 76 с.
47. Ясинский, Д. А. Агроэкологический мониторинг каштановых и светло-каштановых почв сухостепной зоны Волгоградской области / Д. А. Ясинский, Е. А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 218–224.
48. Ecological Aspects Phytosanitary Optimization of Arid Agrobiocenoses of the South of Russia / E.A. Ivantsova [et al.] // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2017. – Vol. 23, № 5. – P. 834–842.
49. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction / N.B. Onistratenko [et al.] // Ekologia (Bratislava). – 2016. – Vol. 35, № 3. – P. 205–212.
50. Mapping of Soil Organic Carbon Content and Stocks at the Regional and Local Levels: The Analysis of Modern Methodological Approaches / N. V. Gopp [et al.] // Forest Science Issues. – 2023. – Vol. 6, № 4. – P. 1–46.

REFERENCES

1. Abdulmanov R.I., Ikhsanov R.G., Mindibaev R.A. Monitoring agrokhimicheskikh pokazatelej plodorodija pakhotnykh pochv Prisimskoj lesostepi Respubliki Bashkortostan [Monitoring of Agrochemical Indicators of Arable Soil Fertility in the Prisim Forest-Steppe of the Republic of Bashkortostan]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2010, no. 3 (69), pp. 55–57.
2. Almanova Zh.S., Kenzhegulova S.O., Kalakova M.Je. Sovremennoje sostojanije pochvennogo plodorodija pakhotnykh pochv Fedorovskogo rajona Kostanajskoj oblasti [Current State of Soil Fertility of Arable Soils in the Fedorovsky District of the Kostanay Region]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj selskokhozjajstvennoj akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2021, no. 9, pp. 81–86.
3. Badmajeve M.Kh. K voprosu ob osobennostjakh i problemakh primenenija sistem iskusstvennogo intellekta v selskom khozjajstve [On the Features and Problems of Applying Artificial Intelligence Systems in Agriculture]. *Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Buryat State University], 2022, no. 3, pp. 75–83.

4. Basova I.A., Minenko A.A., Belousov D.A. Nejrosetevoje modelirovanije zagryaznenija pochv na territorii gornopromyshlennogo regiona [Neural Network Modeling of Soil Pollution in a Mining Region]. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences], 2014, no. 4, pp. 3-9.
5. Borovoj S.Je., Komarova O.P., Kozenko K.Ju. Kiberfizicheskiye sistemy v monitoringe oroshajemykh agrotsenozov [Cyber-Physical Systems in Monitoring Irrigated Agroecosystems]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2023, no. 2 (70), pp. 552-562.
6. Charyyeva H., Garajayeva E., Garlyyeva A., Menliyeva G. Vnedrenije komp'yuternykh i innovatsionnykh tekhnologiy v agrokhimiju [Implementation of Computer and Innovative Technologies in Agrochemistry]. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative Science], 2024, vol. 1, no. 12-1, pp. 144-146.
7. Vodolazko A.N., Jasinskij D.A., Ivantsova E.A. Plodorodije kashtanovykh i svetlo-kashtanovykh pochv suhostepnoj pochvennoj zony Volgogradskoj oblasti [Fertility of Chestnut and Light Chestnut Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Aktualnyje voprosy razvitiya agrarnoj nauki v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchennykh* [Current Issues in the Development of Agricultural Science in Modern Economic Conditions. Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists]. Solenoje Zajmishche, 2015, pp. 147-150.
8. Vodolazko A.N., Ivantsova E.A. Ekologo-toksikologicheskaja kharakteristika pochv suhostepnoj zony Volgogradskoj oblasti [Ecological and Toxicological Characteristics of Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Ekologicheskaja bezopasnost i okhrana okruzhajushchej sredy v regionakh Rossii: teorija i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in Russian Regions: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, VolGU, 2015, pp. 141-147.
9. Vorobjov N.I. Nejrosetevoje ranzhirovanije agrotekhnologiy po indeksam mikrobiologicheskoy aktivnosti pochvy i pochvennogo plodorodija: novyye vozmozhnosti statisticheskogo analiza [Neural Network Ranking of Agricultural Technologies Based on Indices of Soil Microbiological Activity and Soil Fertility: New Possibilities of Statistical Analysis]. *Selskokhozjajstvennaja biologija* [Agricultural Biology], 2025, vol. 60, no. 1, pp. 70-81.
10. Gordijenko O.A., Ivantsova E.A. Opredelenije zapechatannosti pochvennogo pokrova urbolandshaftov po kosmicheskim snimkam (na primere g. Volgograda) [Determination of the Sealing of Urban Landscapes' Soil Cover Using Space Images (Using the Example of Volgograd)]. *Materialy nauchnoj sessii. T. 1* [Proceedings of the Scientific Session. Vol. 1]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2020, pp. 258-262.
11. Davydiv M.Ja. Retikuljarnaja khimiia i perspektivy jeje primeneniya v agrokhimii (obzornaja statja) [Reticular Chemistry and Prospects For its Application in Agricultural Chemistry (Review Article)]. *Nauchnyj zhurnal molodykh uchennykh* [Scientific Journal of Young Scientists], 2021, no. 4 (25), pp. 27-33.
12. Jevtushkova Je.P., Soloshenko A.I. Monitoring agrokhimicheskikh pokazatelej plodorodija pakhotnykh pochv Tjumenskoj oblasti [Monitoring of Agrochemical Indicators of Fertility of Arable Soils in the Tyumen Region]. *International Agricultural Journal*, 2023, vol. 66, no. 4.
13. Ivantsova E.A. Zashchita pochv ot erozii i vosproizvodstvo plodorodija pochvennogo pokrova v Nizhnevolzhskom regione [Soil Protection from Erosion and Soil Fertility Restoration in the Lower Volga Region]. *Sovremennyye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern Trends in the Development of the Agricultural Complex. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Solenoje Zajmishche, 2016, pp. 356-359.
14. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ispolzovanie geoinformacionnykh tekhnologiy i kosmicheskikh snimkov dlja analiza agrolandshaftov [The Use of Geoinformation Technologies and Satellite Images for the Analysis of Agricultural Landscapes]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2021, no. 2 (62), pp. 357-366.
15. Ivantsova E.A., Vodolazko A.N. Kachestvo pochv zemel selskokhozjajstvennogo naznachenija suhostepnoj pochvennoj zony Volgogradskoj oblasti [Soil Quality of Agricultural Lands in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2018, no. 2 (50), pp. 150-157.
16. Ivantsova E.A. Landshaftno-ekologicheskaja optimizacija zemlepolzovaniya v agrolandshaftakh stepnoj zony [Landscape and Ecological Optimization of Land Use in Agro-Landscapes of the Steppe Zone]. *Innovacii i intensifikacii proizvodstva i pererabotki selskokhozjajstvennoj produkcii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovations and Intensification of Agricultural Production and Processing. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 252-257.

17. Ivantsova E.A., Danilov A.A., Nesterov V.V. Meroprijatija po povyshenju plodorodija svetlo-kashtanovykh pochv Volgogradskoj oblasti [Measures to Improve the Fertility of Light Chestnut Soils in the Volgograd Region]. *Antropogennaja transformacija geoprostranstva: priroda, khozjajstvo, obshchestvo: materialy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, and Society. Proceedings of the Fifth International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, VolGU, 2019, pp. 252-256.
18. Ivantsova E.A. *Optimizacija fitosanitarnogo sostojanija agrobiocенозов Nizhnego Povolzhja: dis. ... d-ra s.-kh. nauk* [Optimization of the Phytosanitary State of the Lower Volga Region Agrobiocenoses. Dr. Agriculture sci. diss.]. Saratov, 2009. 453 p.
19. Ivantsova E.A. Protivoerozionnyje meroprijatija i vosproizvodstvo plodorodija pochvennogo pokrova v Nizhnevozhlskom regione [Erosion Control Measures and Reproduction of Soil Fertility Cover in the Lower Volga Region]. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchogo centra RAN* [Proceedings of the Institute of Geology, Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2016, no. 67, pp. 161-164.
20. Ivantsova E.A., Matvejeva A.A., Polovinkina Ju.S. Ustojchivoje razvitije agroecosystem [Sustainable Development of Agroecosystems]. *Antropogennaja transformacija geoprostranstva: istorija i sovremennost: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospatial Space: History and Modernity. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2014, pp. 27-30.
21. Gordijenko O.A., Manajenkov I.V., Kholodenko A.V., Ivantsova E.A. Kartografirovaniye i otsenka stepeni zapechatannosti pochv goroda Volgograda [Mapping and Assessment of the Degree of Soil Sealing in Volgograd]. *Pochvovedeniye* [Soil Science], 2019, no. 11, pp. 1383-1392.
22. Bekbaeva A.M., Mazhrenova Sh.K., Jermekov F.K., Tokbergenov I.T., Kurishbajev A.K. Klassifikatsiya sodержaniya fosfora metodami mashinnogo obuchenija po dannym distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Classification of Phosphorus Content by Machine Learning Methods Based on Earth Remote Sensing Data]. *The Scientific Heritage*, 2020, no. 56-3 (56), pp. 29-36. DOI: <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2020-56-3-29-36>
23. Komarova I.A., Ivantsova E.A. Lesomeliorativnaja ocenka agrolandshaftov Sarpinskoj nizmennosti po dannym distantsionnogo zondirovaniya [Forest Reclamation Assessment of Agro-Landscapes in the Sarpinskaya Lowland Based on Remote Sensing Data]. *Uspekhi sovremennogo jestestvoznaniya* [The Successes of Modern Natural Science], 2020, no. 9, pp. 7-12.
24. Lukin S.V., Solovichenko V.D. Rezultaty monitoringa plodorodija pochv gosudarstvennogo zapovednika «Belogorje» [Results of Soil Fertility Monitoring in the Belogorye State Nature Reserve]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex], 2008, no. 8, pp. 15-17.
25. Matvejeva A.A., Ivantsova E.A. Primeneniye interaktivnykh tekhnologij v kontekste formirovaniya ekologoorientirovannoj lichnosti budushchikh specialistov [Application of Interactive Technologies in the Context of Forming an Environmentally Oriented Personality of Future Specialists]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhnevartovsk State University], 2018, no. 2, pp. 68-74.
26. Blagov D.A., Mitrofanov S.V., Nikitin V.S., Panferov N.S., Pestrjakov E.V. Matematicheskiye modeli i programmnyj kompleks po prognozirovaniyu urozhajnosti selskokhozjajstvennykh kultur [Mathematical Models and Software Package For Forecasting Crop Yields]. *Agrotekhnika i energoobespecheniye* [Agricultural Engineering and Energy Supply], 2019, no. 3 (24), pp. 182-188.
27. Pivovarova Je.G., Konontseva Je.V., Khludentsov Zh.G., Averjanova I.P. Matematicheskiye modeli regionalnykh etalonov v agrokhimicheskom monitoringe pochv [Mathematical Models of Regional Standards in Agrochemical Monitoring of Soils]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2019, no. 8 (178), pp. 54-62.
28. Dzhabborov N.I., Mishanov A.P., Dobrinov A.V., Saveljev A.P. Modelirovaniye i otsenka urovnya plodorodija pochvy [Modeling and Assessment of the Level of Soil Fertility]. *Inzhenernyye tekhnologii i sistemy* [Engineering Technologies and Systems], 2024, vol. 34, no. 3, pp. 407-423.
29. Chekmarev P.A., Siskevich Ju.I., Brovchenko N.S., Gasijev K.N., Nikulova V.A. Monitoring agrokhimicheskikh pokazatelej pochv Lipetskoj oblasti [Monitoring of Agrochemical Indicators of Soils in the Lipetsk Region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], 2016, vol. 30, no. 8, pp. 9-16.
30. Zhabin M.A., Mukhina S.V., Konovalov Ju.A., Meshcherjakov S.N. Monitoring agrokhimicheskikh pokazatelej pochv jugo-vostochnykh i juzhnykh rajonov Voronezhskoj oblasti [Monitoring of Agrochemical Indicators of Soils in the South-Eastern and Southern Regions of the Voronezh Region]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2014, no. 2, pp. 4-7.
31. Sitnikov V.N., Jegorov V.P., Jesaulko A.N., Burlai A.V. Monitoring plodorodija pochv Stavropolskogo kraja: dinamika agrokhimicheskikh pokazatelej s uchetom zonalnykh osobennostej pochv [Monitoring Soil Fertility in

Stavropol Krai: Dynamics of Agrochemical Indicators Taking Into Account Zonal Soil Features]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2018, no. 4, pp. 8-13.

32. Nakonechnyj N.V., Fakhrutdinov A.I. Agrokhimicheskij monitoring pochv goroda Surguta [Agrochemical Monitoring of Soils in the City of Surgut]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2012, vol. 14, no. 1-8, pp. 2054-2060.

33. Lobankova O.Ju., Agejev V.V., Belovolova A.A., Gromova N.V. Nanochastitsy i nanotekhnologii v agrokhimii [Nanoparticles and Nanotechnology in Agrochemistry]. *Vestnik APK Stavropol'ja* [Bulletin of the APK of Stavropol], 2022, no. 4 (48), pp. 30-34.

34. Tishina R.D., Volobujev G.A., Grecheneva A.V., Shevtsova E.R. O primenenii tekhnologij kompiuternogo zrenija v zadache monitoringa degradatsii zemel selskokhozhajstvennogo naznachenija [On the Application of Computer Vision Technology in Monitoring the Degradation of Agricultural Lands]. *Izvestija TulGU. Tekhnicheskije nauki* [Izvestiya Tula State University], 2024, no. 5, pp. 318-322.

35. Petrov N.Ju., Ivantsova E.A., Semenenko S.Ja., Pinashkin N.N. Osobennosti vozdeljvanija podsolnechnika na chernozemnykh pochvakh Volgogradskoj oblasti [Features of Sunflower Cultivation on Black Earth Soils in the Volgograd Region]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2011, no. 4 (24), pp. 37-43.

36. Petrovskaya Yu.D., Krasnyanskaya E.V. Primenenije iskusstvennogo intellekta dlja tselej monitoringa zagryaznenija zemel [Application of Artificial Intelligence For the Purposes of Monitoring Land Pollution]. *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 2025, no. 5 (86), pp. 2084-2090.

37. Rinas N.A., Kosnikov M.S. Analiz intellektualnykh sistem monitoringa sostojanija pochvy s ispolzovanijem bespilotnykh letatelnykh apparatov [Analysis of Intelligent Systems for Monitoring Soil Condition Using Unmanned Aerial Vehicles]. *Regionalnaja i otraslevaja ekonomika* [Regional and Industry Economics], 2025, no. 1, pp. 17-23. DOI: <https://doi.org/10.47576/2949-1916.2025.1.1.002.14>

38. Izmajlov A.Ju., Godzhajev Z.A., Sychev V.G., Afanasjev R.A. Robototekhnika v agrokhimii tochnogo zemledelija [Robotics in Precision Farming Agrochemistry]. *Plodorodije* [Fertility], 2018, no. 1 (100), pp. 53-57.

39. Rubljuk M.V., Ivanov D.A. Monitoring agrokhimicheskikh svojstv dernovo-podzolistoj pochvy meliorirovannykh agrolandschaftov [Monitoring of Agrochemical Properties of Sod-Podzolic Soil of Reclaimed Agricultural Landscapes]. *Plodorodije* [Fertility], 2019, no. 2 (107), pp. 28-30.

40. Rjasnov V.A., Ivantsova E.A. Primenenije metoda deshifirovanija kosmosnimkov pri ocenke sostojanija lesnykh tsenozov Volgo-Ahtubinskoj pojmy [Application of the Space Image Interpretation Method in Assessing the Condition of Forest Cenoses in the Volga-Akhtuba Floodplain]. *Ecologicheskaja bezopasnost i okhrana okruzhajushchej sredy v regionakh Rossii: teorija i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in Russian Regions: Theory and Practice: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, VolGU, 2015, pp. 204-209.

41. Saidov M.M., Novikova G.A., Molchanova Je.M. Agrokhimicheskij monitoring pochv zemel selskokhozhajstvennogo naznachenija v Tulskej oblasti [Agrochemical Monitoring of Soils of Agricultural Lands in the Tula Region]. *Dostizhenija nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], 2016, vol. 30, no. 12, pp. 51-55.

42. Semionova A.K. Tsifrovye tekhnologii v agrokhimii: novaja era povyshenija urozhajnosti i ustojchivosti [Digital Technologies in Agrochemistry: A New Era of Increasing Productivity and Sustainability]. *Nauchnyj zhurnal molodykh uchennykh* [Scientific Journal of Young Scientists], 2024, no. 5 (40), pp. 37-42.

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

44. Sotskova L.M., Chernov Ja.I. Monitoring agrokhimicheskikh pokazatelej pochv selskokhozhajstvennogo naznachenija bakhchisarajskogo rajona [Monitoring of Agrochemical Indicators of Agricultural Soils in the Bakhchisarai District]. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija* [Scientific Notes of the Crimean Federal University Named After V.I. Vernadsky. Geography. Geology], 2024, no. 4, pp. 86-98.

45. Kholodenko A.V., Ivantsova E.A., Polosina L.V. Analiz formirovanija i sovremennoje sostojanije seti osobo ohranjajemykh prirodnykh territorij Volgogradskoj oblasti [Analysis of the Formation and Current State of the Network of Specially Protected Natural Areas in the Volgograd Region]. *Bioraznoobrazije, ratsionalnoje ispolzovanie*

biologicheskikh resursov i biotekhnologii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. onlayn-konf. [Biodiversity, Sustainable Use of Biological Resources, and Biotechnology. Proceedings of the International Scientific and Practical Online Conference]. Astrakhan, 2021, pp. 161-164.

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

47. Jasinskij D.A., Ivantsova E.A. Agroecologicheskij monitoring kashtanovykh i svetlo-kashtanovykh pochv sukhostepnoj zony Volgogradskoj oblasti [Agroecological Monitoring of Chestnut and Light Chestnut Soils in the Dry Steppe Zone of the Volgograd Region]. *Ecologicheskaja bezopasnost i okhrana okruzhayushchej sredy v regionakh Rossii: teorija i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in Russian Regions: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2015, pp. 218-224.

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

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

50. Gopp N.V., Meshalkina J.L., Narykova A.N., Plotnikova A.S., Chernova O.V. Mapping of Soil Organic Carbon Content and Stocks at the Regional and Local Levels: The Analysis of Modern Methodological Approaches. *Forest Science Issues*, 2023, vol. 6, no. 4, pp. 1-46.

Information About the Authors

Ekaterina A. Chernova, Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ef995111@gmail.com

Valeria V. Egorova, Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, valeriya_yegorovaaaa@mail.ru

Yuliya A. Zimina, Candidate of Sciences (Chemistry), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ziminaua@mail.ru

Информация об авторах

Екатерина Андреевна Чернова, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ef995111@gmail.com

Валерия Вячеславовна Егорова, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, valeriya_yegorovaaaa@mail.ru

Юлия Александровна Зими́на, кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ziminaua@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.4>

UDC 37

LBC 74.2

THE USAGE OF ECOPSYCHOLOGICAL APPROACHES IN THE DESIGN OF AN ENVIRONMENTAL EDUCATIONAL VIDEO GAME

Andrey A. Sharonov

Volgograd State University, Volgograd, Russia Federation

Abstract. The relevance of this analytical article stems from the need to identify effective forms of environmental education that can combine emotional engagement with the development of practical ecosystem-restoration skills. The aim of the article is to analytically describe approaches to integrating methods from ecological psychology and conventional game design and to outline possible ways to implement them in the format of an environmental-education video game. The study employs an interdisciplinary theoretical-applied analysis: systematizing typologies of ecopsychological approaches, matching methodological techniques with game mechanics and technical solutions, and formulating recommendations for operationalizing measurements of impact on components of ecological consciousness. The paper examines key design elements: simulation-driven visualization, narrative and personification of natural actors, mechanics for allocating limited resources, a visual-and-auditory restorative environment, and built-in analytics. The proposed conceptual solutions are aimed at achieving educational objectives: increasing domain knowledge about ecosystem cycles, developing practical skills for sustainable resource management, and stimulating collective restoration practices. The result is a concise methodological framework and a set of design recommendations suitable for implementation in demonstration prototypes and for subsequent empirical validation. The practical significance lies in the proposal of a reproducible platform of design solutions that can be used by educators, educational-program developers, and researchers in the field of environmental education.

Key words: ecological psychology, ecological consciousness, educational software games, game mechanics, software design.

Citation. Sharonov A.A. The Usage of Ecopsychological Approaches in the Design of an Environmental Educational Video Game. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 3, pp. 34-41. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.4>

УДК 37

ББК 74.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ВИДЕОИГРЫ

Андрей Андреевич Шаронов

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Актуальность представленной аналитической статьи обусловлена необходимостью поиска эффективных форм экологического образования, способных сочетать эмоциональную вовлеченность и отработку практических навыков восстановления экосистем. Цель статьи – аналитически описать подходы к интеграции методов экопсихологии и традиционного гейм-дизайна и показать возможные пути их реализации в формате эколого-просветительской видеоигры. В качестве метода использован междисциплинарный теоретико-прикладной анализ: систематизация типологий экопсихологических подходов, сопоставление методических приемов с игровыми механиками и техническими решениями, а также выработка рекомендаций по операционализации измерений влияния на компоненты экологического сознания. В работе рассматриваются ключевые проектные элементы: симулятивная наглядность, нарратив и персонификация природных субъектов, механики распределения ограниченных ресурсов, визуально-аудиальная среда восстановления и встроенная аналитика. Представленные концептуальные решения направлены на достижение образователь-

ных задач: повышение предметных знаний о циклах экосистем, формирование практических навыков устойчивого управления ресурсами и стимулирование коллективных восстановительных практик. Результатом статьи является сжатая методологическая рамка и набор проектных рекомендаций, пригодных для внедрения в демонстрационные прототипы и дальнейшей эмпирической валидации. Практическая значимость заключается в предложении воспроизводимой платформы проектных решений, которая может быть использована педагогами, разработчиками образовательных программ и исследователями в области экопросвещения.

Ключевые слова: экопсихология, экологическое сознание, образовательные игры, игровые механики, проектирование программного обеспечения.

Цитирование. Шаронов А. А. Применение экопсихологических подходов при проектировании эколого-просветительской видеоигры // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 34–41. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.4>

На современном этапе существования общества, с момента перехода человечества в постиндустриальную стадию развития государств и социума, все чаще поднимается просветительская проблема потребительского отношения человека к природе [2–10; 12; 13; 15–20]. В свою очередь видеоигровая индустрия все больше завоевывает внимание общества, демонстрируя возможность влияния на массы посредством интерактивного контента с явной демонстрацией последствий той или иной деятельности. Внутриигровое пространство, являющееся симуляцией, перспективно с точки зрения просветительской модели вариантов взаимодействия с окружающей средой без использования явного влияния на потребителя, действуя мягко и позволяя человеку самостоятельно прийти к мысли бережного отношения к окружающей среде [5]. Так в работе объектом рассмотрения выступает совокупность методических приемов экопсихологии и инструментов гейм-дизайна; предметом – проектные и технические варианты их интеграции с акцентом на учебно-практическую функцию игры.

В рамках статьи приводится краткое описание и анализ предложенных нами методов исследований и критериев оценки воздействия игрового опыта на компоненты экологического сознания. В основе анализа лежит теоретическая систематизация типологий экологического сознания и методических направлений экопсихологии [1; 14], сопоставление этих типов с элементами игрового дизайна и техническими архитектурами (см. таблицу). Для описания проектных решений использован документированный дизайн-прототип демонстрационной версии и набор предполагаемых аналитических метрик (лог-файлы, пред и

пост-опросы, качественные интервью). Для будущих верификаций рекомендованы описательная статистика, парные тесты, регрессионные модели и модели смешанных эффектов для повторных измерений. Методологическая цель – предложить воспроизводимую структуру измерений и отчетности, пригодную для дальнейшего пилотирования.

Если рассматривать интеграцию экопсихологии и гейм-дизайна, то возникает ряд требований четкого сопоставления типов экологического сознания с проектными приемами. Антропоцентрические установки, как один из элементов экопсихологии [14], находят выражение в механиках управления ресурсами и экономических стимулах: игровые механики рюкзака, ограниченной грузоподъемности и риска выпадения инвентаря тренируют планирование и осторожность [21], понимание потребительского существования человека в отношении природы [14; 17; 18; 20]. В свою очередь природоцентрические установки, выражающиеся в стремлении человека к гармонии с природой, реализуются через персонафикацию природных объектов, создание эмоциональных образов и диалогов [11]. Психология окружающей среды, рассматривающая взаимодействие человека с природой с точки зрения разных аспектов человеческой бытийности [22], обосновывает дизайн восстановительных зон игры с низкой сенсорной нагрузкой и усиленной биофоники, что поддерживает идею о восстановительных процессах у игрока и повышает восприимчивость к обучающим элементам. Использование цифровых технологий позволяет создавать возможности для симулятивной наглядности: динамические экосистемы, прозрачная обратная связь позволяют визуализировать долгосрочные

последствия локальных действий в укороченном игровом времени.

Значимым проектным решением является комбинирование указанных элементов в единой игровой логике, то есть симуляция материальных последствий должна быть связана с нарративными мотивациями и социальными механизмами так, чтобы игрок одновременно воспринимал действие как практическую задачу и как ценностный выбор [11]. Для уси-

ления метакогнитивного эффекта предлагается визуализация «экоследа» и встроенные рефлексивные записи в ключевой локации, что способствует ретроспективному анализу собственных решений и усвоению системных закономерностей (рис. 1). Технически это реализуется через модуль логирования событий, изменение ключевых сцен и диалогов, чтобы показать влияние игрока на окружающий мир. В целом ряд внутренних видеоигровых механик

Типология экопсихологических подходов и методологические приемы с примерами реализации в видеоигре

Подход / тип	Методологические особенности	Реализация в игровой среде	Ожидаемые изменения в сознании игрока
Антропоцентрический	Фокус на регулировании поведения через нормы и стимулы; прагматический уклон	Правовые и экономические механики, вознаграждение / штрафы, образовательные модули по устойчивому использованию ресурсов	Повышение нормативности и практической осведомленности, риск прагматической мотивации
Природоцентрический	Субъективизация природы, акцент на эмпатии и ценности	Сторителлинг с персонафикацией	Усиление эмоциональной связи с природой, проэкологические установки
Психологическая экология	Влияние физических факторов среды на состояние и поведение	Симуляция факторов риска, визуализация стресс-факторов, практики по снижению негативного воздействия на окружающую среду	Улучшение психофизиологического состояния
Психология окружающей среды	Восприятие качества среды, восстановительные функции	Дизайн визуально-аудиальных сред, параллакс и биофоника, уровни для восстановления	Формирование благоприятной эмоциональной основы для проэкологического поведения
Цифровые / интерактивные технологии	Моделирование, обратная связь, персонализация обучения	Динамические экосистемы, панели статистики, адаптивные подсказки, игровые метрики	Рост системного понимания, закрепление навыков через опыт
Социокультурные механизмы	Нормы, институты, коллективные практики	Механики голосования, коллективные квесты, социальные награды	Усиление коллективной ответственности и норм



Рис. 1. Начальная локация: станция метрополитена

Примечание. Составлено автором.

направлен на демонстрацию вариантов взаимодействия с окружающим миром. К тому же в просветительских целях используется сюжет непосредственно, а также диалоги (рис. 2). Идет непосредственное указание на человеческую деятельность и ее влияние на состояние окружающего мира. В образовательных целях с учетом того, что игра рассчитана на подростковый и предподростковый период, добавлены данные о флоре и фауне средней полосы России, позволяющие расположить игрока к внутриигровому пространству, так как создается ощущение включенности в события, что позволяет с большей силой влиять на восприятие потребителя.

Оценка эффектов требует заранее заданных метрик и форматов данных. Минималь-

ная аналитическая панель включает временные метки, идентификаторы сессий и игроков, версию сценария, состояние ключевых объектов и категорию действия. Логирование должно быть машинно-читаемым (JSON/CSV) с возможностью пакетной выгрузки для статистической обработки (рис. 3).

Для первичной валидации рекомендуются пред- и пост-опросы по знанию, шкалы эмпатии и экологической самоэффективности, а также полуструктурированные интервью. В аналитическом модуле предполагается сопоставление поведенческих индикаторов с данными опросов с помощью корреляционного и регрессионного анализа, а при повторных измерениях – смешанных моделей для учета внутрипользовательской вариативности.



Рис. 2. Взаимодействие с персонифицированным неигровым персонажем

Примечание. Составлено автором.

```

1 {
2   "timestamp": "2026-03-09T14:23:15.342Z",
3   "session_id": "sess_20260309_001",
4   "player_id": "P_045",
5   "version": "demo_v1.2",
6   "event_type": "item_drop",
7   "event_details": {
8     "item_id": "itm_soil_bag_03",
9     "item_type": "resource",
10    "item_state": "intact",
11    "inventory_weight": 7.4,
12    "player_velocity": 3.2,
13    "location": {"level": "tutorial_hub", "x": 124.5, "y": 32.0}
14  },
15  "player_state": {
16    "hp": 100,
17    "warmth": 78,
18    "moth_presence": true
19  }
20 }

```

Рис. 3. Структура лог-файла

Примечание. Составлено автором.

Заключение

Несмотря на первоначально перспективные возможности подобного типа экопросветительства с уклоном в сбор и анализ оценки эффектов такого типа влияния на субъект, все еще присутствует ряд проектных ограничений. Ключевыми являются зависимость результата от длительности и частоты игровой экспозиции, необходимость модульной структуры и механизмов повторного вовлечения, важность локальной релевантности сценариев и практических заданий для переноса навыков в реальную среду, а также соблюдение этических требований к логированию и защите данных,

включая анонимизацию и возможность отключения стрессовых триггеров.

Аналитическое сопоставление экопсихологических подходов и традиционных приемов гейм-дизайна показывает их высокую совместимость при условии осознанного проектирования связей между нарративом, механикой и средой. Предложенная методологическая рамка и проектные решения дают конкретные пути реализации образовательных и практических целей: укрепление предметных экологических знаний, формирование практических навыков восстановления экосистем и стимулирование коллективных норм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белкин, А. И. Понятие экологического сознания: термин, категория, метафора / А. И. Белкин ; отв. ред. В. И. Панов // Экопсихологические исследования – 6: экология детства и психология устойчивого развития. – 2020. – № 6. – С. 21–25. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-ekologicheskogo-soznaniya-termin-kategoriya-metafora>
2. Гладских, Г. В. Роль экологического образования в формировании экологической культуры будущих специалистов / Г. В. Гладских, Е. А. Иванцова, Е. И. Звягинцева // Биологическое разнообразие природных и антропогенных ландшафтов: изучение и охрана : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2021. – С. 376–378.
3. Гладских, Г. В. Формирование экологической компетентности будущих специалистов (на примере Волгоградского политехнического колледжа им. В.И. Вернадского) / Г. В. Гладских, Е. А. Иванцова, Е. И. Звягинцева // Образование-2030. Учиться, пробовать, действовать : сб. ст. VII Всерос. конф. по экологическому образованию. – М., 2021. – С. 81–83.
4. Иванцова, Е. А. Актуальные проблемы геоэкологии, природопользования, современного экологического образования и пути их решения обозначили в ВолГУ / Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 4. – С. 63–67.
5. Иванцова, Е. А. Инновационные подходы подготовки специалистов для предприятий АПК / Е. А. Иванцова, Г. Н. Козина // Профессиональное аграрное образование XXI века: новые стандарты, методики, технологии : материалы науч.-метод. конф. – Волгоград, 2012. – С. 149–152.
6. Иванцова, Е. А. Непрерывное образование и аксиологические ориентиры личности / Е. А. Иванцова // Социокультурное пространство вуза : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2013. – С. 142–146.
7. Иванцова, Е. А. Перспективы применения компетентностного подхода при реализации программы прикладного бакалавриата по направлению «Экология и природопользование» / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева, А. В. Холоденко // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 6: Университетское образование. – 2014. – № 1 (15). – С. 77–84.
8. Иванцова, Е. А. Применение активных методов обучения в образовательном пространстве вуза (на примере гуманитарного курса «Экология») / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева // Актуальные вопросы профессионального образования. – 2017. – № 1 (6). – С. 7–11.
9. Иванцова, Е. А. Эколог: профессия настоящего / Е. А. Иванцова // Волгоградский фермер. – 2014. – № 2. – С. 22–24.
10. Иванцова, Е. А. Экологическое образование старшеклассников: проблемы и перспективы / Е. А. Иванцова, Р. В. Овсянkin // Северная Пальмира : сб. тр. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 247–250.
11. Казакова, Н. Ю. Гейм-дизайн (художественно-проектный подход к созданию цифровой игровой среды): специальность 17.00.06 «Техническая эстетика и дизайн» : дис. ... д-ра искусствоведения / Н. Ю. Казакова // ФГБОУ «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)». – Москва, 2017. – 497 с. – URL: <https://kosygin-rgu.ru/aspirantura/files/defence/KazakovaNU/>

%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82_%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9D.%D0%AE.pdf

12. Козина, Н. Г. Специфика реализации образовательных программ повышения квалификации специалистов АПК в рыночных условиях / Н. Г. Козина, Е. А. Иванцова // Профессиональное аграрное образование XXI века: новые стандарты, методики, технологии : материалы науч.-метод. конф. – Волгоград, 2012. – С. 132–135.

13. Кочкарь, М. М. Применение комплекта-лаборатории и его модификаций в экологических исследованиях / М. М. Кочкарь, Е. А. Иванцова // Научно-методическое обеспечение развития информатизации и системы научно-технической информации в Республике Беларусь. Безопасные телематические приложения в проектах национального масштаба : докл. VI Междунар. конгресса. – Минск, 2006. – С. 210–213.

14. Крылов, А. Ю. Механизмы изменения экологического сознания и поведения человека / А. Ю. Крылов // Экопсихологические исследования – 6: экология детства и психология устойчивого развития. – 2020. – № 6. – С. 47–51. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanizmy-izmeneniya-ekologicheskogo-soznaniya-i-povedeniya-cheloveka>

15. Матвеева, А. А. Применение интерактивных технологий в контексте формирования экологоориентированной личности будущих специалистов / А. А. Матвеева, Е. А. Иванцова // Вестник Нижневартского государственного университета. – 2018. – № 2. – С. 68–74.

16. Матвеева, А. А. Специфика применения активных методов обучения при реализации профильных дисциплин у обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Экология и природопользование» / А. А. Матвеева, А. В. Холоденко, Е. А. Иванцова // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2017. – С. 277–282.

17. Овсянкин, Р. В. Формирование системы школьного экологического образования в Российской Федерации: проблемы и перспективы / Р. В. Овсянкин, Е. В. Иванцова // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2014. – С. 446–450.

18. Развитие теории В.И. Вернадского о сферах Земли в современных условиях / В.Ф. Лобойко [и др.] // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2019. – С. 535–539.

19. Солодовников, Д. А. Практико-ориентированное обучение студентов естественно-научных направлений и меры по его совершенствованию / Д. А. Солодовников, Д. А. Семенова, Е. А. Иванцова // Антропогенная трансформация геопространства: классические подходы и актуальные тренды : материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2025. – С. 201–204.

20. Холоденко, А. В. Проблемы и перспективы экологического образования в целях устойчивого развития / А. В. Холоденко, Е. А. Иванцова // Среднее профессиональное образование: вызовы и перспективы : сб. тр. – Элиста, 2018. – С. 11–14.

21. Fullerton, T. Game Design Workshop / T. Fullerton, C. Swain, S. S. Hoffman. – N. Y., 2008. – 475 p. – URL: <https://books.google.ru/books?id=OjIYWtqWxtAC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>

22. Wang, X. Psychological Ownership of Nature / X. Wang, K. S. Fielding, A. J. Dean // Personality and Individual Differences. – 2023. – 213 (13). – URL: https://www.researchgate.net/publication/371940220_Psychological_ownership_of_nature_Relationships_with_pro-environmental_intentions_in_less_environmentally-oriented_individuals

REFERENCES

1. Belkin A.I. Ponjatije ekologicheskogo soznaniya: termin, kategorija, metafora [The Concept of Ecological Consciousness: Term, Category, Metaphor]. Panov V.I., ed. *Ecopsikhologicheskiye issledovaniya – 6: ekologiya detstva i psikhologiya ustojchivogo razvitija* [Ecopsychological Studies – 6: Ecology of Childhood and Psychology of Sustainable Development], 2020, no. 6, pp. 21–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-ekologicheskogo-soznaniya-termin-kategoriya-metafora>

2. Gladskih G.V., Ivantsova E.A., Zvjaginceva E.I. Rol ekologicheskogo obrazovaniya v formirovanii ekologicheskoy kultury budushchikh spetsialistov [The Role of Environmental Education in Shaping the Environmental Culture of Future Specialists]. *Biologicheskoye raznoobrazie prirodnkh i antropogennykh landshaftov: izuchenije i okhrana: sb. materialov II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Biological Diversity of Natural and Anthropogenic Landscapes: Study and Protection. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference]. Astrakhan, 2021, pp. 376–378.

3. Gladskih G.V., Ivantsova E.A., Zvjaginceva E.I. Formirovaniye ekologicheskoy kompetentnosti budushchikh specialistov (na primere Volgogradskogo politekhnicheskogo kolledzha im. V.I. Vernadskogo) [Formation of Environmental Competence of Future Specialists (Based on the Example of the Volgograd Polytechnic College Named After V.I. Vernadsky)]. *Obrazovaniye-2030. Uchitsya, probovat, dejstvovat: sb. st. VII Vseros. konf. po ekologicheskomu obrazovaniju* [Education-2030. Learning, Trying, and Acting. Collection of Articles from the 7th All-Russian Conference on Environmental Education]. Moscow, 2021, pp. 81-83.

4. Ivantsova E. A. Aktualnyye problemy geoecologii, prirodopolzovaniya, sovremennogo ekologicheskogo obrazovaniya i puti ikh resheniya oboznachili v VolGU [Current Issues of Geoecology, Nature Management, Modern Environmental Education and Ways to Solve Them Were Identified at VolSU]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 4, pp. 63-67.

5. Ivantsova E.A., Kozina G.N. Innovacionnyye podkhody podgotovki specialistov dlja predpriyatij APK [Innovative Approaches to Training Specialists for Agricultural Enterprises]. *Professionalnoye agrarnoye obrazovaniye XXI veka: novyye standarty, metodiki, tekhnologii: materialy nauch.-metod. konf.* [Professional Agricultural Education in the 21st Century: New Standards, Methods, and Technologies. Proceedings of the Scientific and Methodological Conference]. Volgograd, 2012, pp. 149-152.

6. Ivantsova E.A. Nepreryvnoye obrazovaniye i aksiologicheskije orijentiry lichnosti [Continuous Education and Personal Values]. *Sociokulturnoye prostranstvo vuza: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [The Sociocultural Space of a University. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2013, pp. 142-146.

7. Ivantsova E.A., Matvejeva A.A., Kholodenko A.V. Perspektivy primeneniya kompetentnostnogo podkhoda pri realizacii programmy prikladnogo bakalavriata po napravleniju «Ekologiya i prirodopolzovaniye» [Prospects for Applying a Competency-Based Approach in the Implementation of an Applied Bachelor's Program in Ecology and Environmental Management]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 6: Universitetskoye obrazovaniye* [Bulletin of Volgograd State University. Series 6: University Education], 2014, no. 1 (15), p. 77-84.

8. Ivantsova E.A., Matvejeva A.A. Primeneniye aktivnykh metodov obuchenija v obrazovatelnom prostranstve vuza (na primere gumanitarnogo kursa «Ekologiya») [Application of Active Learning Methods in the University Educational Space (Using the Example of the Humanities Course “Ecology”)]. *Aktualnyye voprosy professionalnogo obrazovaniya* [Current Issues of Professional Education], 2017, no. 1 (6), pp. 7-11.

9. Ivantsova E.A. Ecolog: professiya nastojashchego [Ecologist: A Real Profession]. *Volgogradskij fermer* [A Volgograd Farmer], 2014, no. 2, pp. 22-24.

10. Ivantsova E.A., Ovsjankin R.V. Ekologicheskoye obrazovaniye starsheklassnikov: problemy i perspektivy [Environmental Education for High School Students: Challenges and Prospects]. *Severnaya Palmira: sb. tr.* [Northern Palmyra. Collection of Works]. Saint Petersburg, 2015, pp. 247-250.

11. Kazakova N.Ju. *Gejm-dizajn (khudozhestvenno-projektnyj podkhod k sozdaniyu tsifrovoj igrovoj sredy): dis. ... d-ra iskusstvovedeniya* [Game Design (Artistic and Design Approach to Creating a Digital Game Environment). Dr. Art Studies diss.]. Moscow, 2017. 497 p. URL: https://kosygin-rgu.ru/aspirantura/files/defence/KazakovaNU/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82_%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9D.%D0%AE.pdf

12. Kozina N.G., Ivantsova E.A. Specifika realizacii obrazovatelnykh program povysheniya kvalifikacii specialistov APK v rynochnykh usloviyakh [The Specifics of Implementing Advanced Training Programs for Agricultural Specialists in Market Conditions]. *Professionalnoye agrarnoye obrazovaniye XXI veka: novyye standarty, metodiki, tekhnologii: materialy nauch.-metod. konf.* [Professional Agricultural Education in the 21st Century: New Standards, Methods, and Technologies. Proceedings of the Scientific and Methodological Conference]. Volgograd, 2012, pp. 132-135.

13. Kochkar M.M., Ivantsova E.A. Primeneniye kompleksa-laboratorii i jego modifikacij v ekologicheskikh issledovaniyakh [Application of the Laboratory Kit and Its Modifications in Environmental Research]. *Nauchno-metodicheskoye obespecheniye razvitiya informatizacii i sistemy nauchno-tehnicheskoy informacii v Respublike Belarus. Bezopasnyye telematicheskije prilozheniya v projektakh nacionalnogo mashtaba: doklady VI Mezhdunar. kongressa* [Scientific and Methodological Support for the Development of Informatization and the System of Scientific and Technical Information in the Republic of Belarus. Safe Telematic Applications in National-Scale Projects. Reports of the 6th International Congress]. Minsk, 2006, pp. 210-213.

14. Krylov A.Ju. Mekhanizmy izmeneniya ekologicheskogo soznaniya i povedeniya cheloveka [Mechanisms of Changing Ecological Consciousness and Human Behavior]. *Ekopsikhologicheskije issledovaniya – 6: ekologiya detstva i psikhologiya ustojchivogo razvitiya* [Ecopsychological Studies – 6: Ecology of Childhood and Psychology of Sustainable Development], 2020, no. 6, pp. 47-51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-izmeneniya-ekologicheskogo-soznaniya-i-povedeniya-cheloveka>

15. Matvejeva A.A., Ivantsova E.A. Primenenije interaktivnykh tekhnologij v kontekste formirovanija ekologoorientirovannoj lichnosti budushchikh specialistov [Application of Interactive Technologies in the Context of Forming an Environmentally Oriented Personality in Future Specialists]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhnevartovsk State University], 2018, no. 2, pp. 68-74.

16. Matvejeva A.A., Kholodenko A.V., Ivantsova E.A. Specifika primenenija aktivnykh metodov obuchenija pri realizacii profelnykh distsiplin u obuchajushchikhsja po napravleniju podgotovki bakalavrov «Ecologija i prirodopolzovanie» [The Specifics of Using Active Learning Methods in the Implementation of Specialized Disciplines for Students in the Field of Bachelor's Degree in Ecology and Natural Resources Management]. *Antropogennaja transformacija geoprostranstva: istorija i sovremennost: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: History and Modernity. Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2017, pp. 277-282.

17. Ovsjankin R.V. Formirovanije sistemy shkolnogo ekologicheskogo obrazovanija v Rossijskoj Federacii: problemy i perspektivy [Formation of the School Environmental Education System in the Russian Federation: Challenges and Prospects]. *Antropogennaja transformacija geoprostranstva: istorija i sovremennost: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: History and Modernity. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2014, pp. 446-450.

18. Lobjko V.F., Ivantsova E.A., Ovcharova A.Ju., Barkova A.V. Razvitije teorii V.I. Vernadskogo o sferakh Zemli v sovremennykh usloviyakh [Development of V.I. Vernadsky's Theory on the Earth's Spheres in Modern Conditions]. *Antropogennaja transformacija geoprostranstva: priroda, khozjajstvo, obshchestvo: materialy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, and Society. Proceedings of the Fifth International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2019, pp. 535-539.

19. Solodovnikov D.A., Semenova D.A., Ivantsova E.A. Praktiko-orientirovannoje obuchenije studentov jestestvenno-nauchnykh napravlenij i mery po jego sovershenstvovaniju [Practice-Oriented Training for Students in Natural Sciences and Measures to Improve It]. *Antropogennaja transformacija geoprostranstva: klassicheskiye podkhody i actualnyje trendy: materialy VII Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Classical Approaches and Current Trends. Proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2025, pp. 201-204.

20. Kholodenko A.V., Ivantsova E.A. Problemy i perspektivy ekologicheskogo obrazovanija v celjakh ustojchivogo razvitija [Challenges and Prospects of Environmental Education for Sustainable Development]. *Sredneje professionalnoje obrazovanie: vyzovy i perspektivy: sb. tr.* [Secondary Vocational Education: Challenges and Prospects. Collection of Papers]. Elista, 2018, pp. 11-14.

21. Fullerton T., Swain C., Hoffman S.S. *Game Design Workshop*. New York, 2008. 475 p. URL: <https://books.google.ru/books?id=OjIYWtqWxtAC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>

22. Wang X., Fielding K.S., Dean A.J. Psychological Ownership of Nature. *Personality and Individual Differences*, 2023, vol. 213 (13). URL: https://www.researchgate.net/publication/371940220_Psychological_ownership_of_nature_Relationships_with_pro-environmental_intentions_in_less_environmentally-oriented_individuals

Information About The Author

Andrey A. Sharonov, Master's Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, EPM-241_829758@volsu.ru

Информация об авторе

Андрей Андреевич Шаронов, магистрант, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ЕРМ-241_829758@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.5>

UDC 574.2(470.45)

LBC 28.085.2(2Рос-4Вор)



METHODS OF MAPPING DEMOGRAPHIC INDICATORS

Valeria V. Doroshenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Anna A. Karapetyan

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article considers demographic indicators as the basis for population analysis and substantiates the need for their cartographic display. The research is aimed at systematizing the main indicators characterizing the number, structure, and dynamics of the population, as well as identifying the most effective ways to visualize them. Official statistical data from the federal and regional levels ensures the reliability and comparability of the results. We pay special attention to selecting mapping methods based on the nature of the indicator and its spatial distribution features. It is shown that the use of cartographic methods makes it possible to identify territorial differences, analyze demographic processes, and increase the information content of statistical data. The results obtained can be used in conducting regional demographic research and in the practice of spatial analysis.

Key words: demographic indicators, mapping, population, spatial analysis, statistical data, thematic maps, regional studies.

Citation. Doroshenko V.V., Karapetyan A.A. Methods of Mapping Demographic Indicators. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 3, pp. 42-48. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.5>

УДК 574.2(470.45)

ББК 28.085.2(2Рос-4Вор)

СПОСОБЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Валерия Витальевна Дорошенко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Анна Александровна Карапетян

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются демографические показатели как основа анализа населения и обосновывается необходимость их картографического отображения. Исследование направлено на систематизацию основных показателей, характеризующих численность, структуру и динамику населения, а также на выявление наиболее эффективных способов их визуализации. В работе использованы официальные статистические данные федерального и регионального уровней, что обеспечивает достоверность и сопостави-

мость результатов. Особое внимание уделено выбору методов картографирования в зависимости от природы показателя и особенностей его пространственного распределения. Показано, что применение картографических методов позволяет выявлять территориальные различия, анализировать демографические процессы и повышать информативность статистических данных. Полученные результаты могут быть использованы при проведении региональных демографических исследований и в практике пространственного анализа.

Ключевые слова: демографические показатели, картографирование, население, пространственный анализ, статистические данные, тематические карты, региональные исследования.

Цитирование. Дорошенко В. В., Карапетян А. А. Способы картографирования демографических показателей // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 42–48. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nshr.jvolsu.2026.3.5>

Введение

Демографические показатели занимают центральное место в анализе населения, поскольку именно они позволяют оценивать его численность, структуру и динамику во времени. К числу наиболее значимых относятся рождаемость, смертность, естественный прирост, миграция, возрастно-половая структура, брачность и разводимость. В совокупности они отражают не только состояние населения, но и общую социально-экономическую ситуацию на территории, уровень ее привлекательности для проживания и характер воспроизводства населения [1; 6].

Актуальность темы определяется тем, что демографические процессы непосредственно влияют на рынок труда, нагрузку на социальную инфраструктуру, потребность в жилье, образовании и здравоохранении, а также на территориальную организацию хозяйства. Для России в целом и для отдельных регионов, включая Волгоградскую область, демографическая динамика остается одним из ключевых факторов стратегического планирования. При этом сама по себе статистическая таблица далеко не всегда позволяет увидеть пространственные различия и соотношения между территориями; именно поэтому возрастает значение картографических методов, которые делают демографическую информацию наглядной и сопоставимой [3; 5].

С теоретической точки зрения демография рассматривается как наука о закономерностях воспроизводства населения, а тематическая картография – как способ пространственного анализа явлений и процессов. Их сочетание особенно продуктивно при изучении территориально распределенных данных: показатели населения имеют строгую

привязку к административным единицам, поэтому их отображение на карте помогает выявлять зоны концентрации населения, районы с высокой демографической нагрузкой, участки устойчивого естественного убывания или миграционного притока [4; 13].

Цель работы – систематизировать основные демографические показатели и определить наиболее адекватные способы их картографического отображения на основе официальных статистических источников. Для достижения цели были рассмотрены: классификация демографических показателей, их основные расчетные характеристики, источники статистической информации федерального и регионального уровня, а также способы картографирования, применимые к различным видам демографических данных.

Материалы и методы

Исследование носит аналитико-обобщающий характер и выполнялось на основе сопоставления учебной, научной и нормативной литературы, а также официальных статистических материалов. В качестве источников статистических данных использованы публикации Федеральной службы государственной статистики (Росстат), территориального органа государственной статистики по Волгоградской области (Волгоградстат), статистические бюллетени по естественному движению населения, миграции и численности населения, а также материалы, сформированные на основе переписей населения и текущего учета демографических событий [7; 9–11].

Законодательной базой для данной работы послужили акты гражданского состояния и официальный статистический учет. Методика основывалась на Федеральных законах «Об

актах гражданского состояния» (№ 143-ФЗ от 22.10.1997) и «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (№ 282-ФЗ от 9.11.2007) – данные нормативные акты устанавливают регламент сбора первичных демографических данных и их дальнейшего применения в рамках государственной статистики. Для теоретического осмысления темы применялись работы по демографии, географии населения, тематической картографии и геоинформационному картографированию [2; 3; 5; 6].

В ходе работы использовались методы систематизации, классификации, сравнительного анализа, логического обобщения и картографической интерпретации. При выборе метода картографического отображения ключевым фактором являлось четкое разграничение между абсолютными и относительными показателями. Это деление напрямую влияло на точность графического представления данных. Дополнительно учитывались такие параметры, как масштаб картографического произведения. Такой подход позволяет эффективно связывать статистические показатели с наиболее подходящими способами визуализации.

Результаты и обсуждение

При классификации демографических показателей выделяют укрупненные группы:

- показатели численности и структуры населения (общая численность и плотность распределения, половозрастная структура, то есть сравнимые показатели первичной структуры населения);

- показатели естественного движения населения (рождаемость и смертность, соответственно, прирост и убыль населения).

В основном используются как абсолютные значения, отражающие число родившихся и умерших, так и относительные коэффициенты, используемые в практическом анализе для сравнения регионов с различной численностью населения. Именно относительные показатели чаще всего применяются в межрегиональных исследованиях, поскольку они устраняют влияние масштаба территории и делают данные более сопоставимыми [1; 6].

Третья группа связана с миграцией населения. Она включает число прибывших и вы-

бывших, миграционный прирост, миграционную убыль и коэффициенты миграции. В регионах, характеризующихся нестабильной демографической ситуацией, миграционные потоки зачастую приобретают сопоставимое с естественным приростом населения значение. Анализ миграционных потоков на региональном уровне позволяет выявить тенденции к субурбанизации или депопуляции в менее востребованных муниципальных образованиях [12].

Четвертая группа показателей включает в себя дополнительные демографические характеристики, такие как уровень брачности, рождаемости, коэффициент демографической нагрузки по возрасту, ожидаемая продолжительность жизни и другие параметры, которые комплексно отражают качество демографического воспроизводства. Несмотря на то, что данные индикаторы не всегда интегрированы в стандартные учебные материалы, их значимость возрастает в контексте углубленных аналитических и прогностических исследований, особенно при изучении динамики возрастной структуры населения и процессов демографического старения [6; 8].

Выбор наиболее подходящего метода для визуализации демографических данных на карте определяется тремя главными условиями: природой самого показателя, спецификой его пространственного распределения и назначением карты. Абсолютные величины, как правило, изображаются с помощью точечных или значковых символов. В случае относительных показателей, когда необходимо подчеркнуть различия между регионами, более уместны картограммы и методы качественного зонирования. Для демонстрации перемещений и направлений миграции населения чаще всего применяются линейные или комбинированные картографические способы [12; 13].

Ареальный способ является одним из наиболее распространенных методов отображения демографических показателей. Он заключается в визуальном выделении территорий в пределах административных границ в зависимости от значения рассматриваемого показателя. В демографическом картографировании данный способ чаще всего реализуется в форме картограмм. Картограммы являются эффективным инструментом для отображения относительных демографических

показателей, включая такие важные метрики, как рождаемость, смертность, естественный прирост населения, миграционный баланс и плотность населения. Наиболее значимым преимуществом картограмм является приведение показателей к единой шкале для простоты сравнения различных регионов или стран. В связи с этим, для повышения наглядности необходимо тщательно разрабатывать шкалу измерений [3; 13].

Наиболее часто применяется качественный фон для картографирования разнообразных характеристик населения: окрашивание или штриховка различных территориальных единиц в зависимости от демографического показателя (рис. 1). Недостатком этого метода является отображение только качественных характеристик (самого показателя), а не количественных (значение показателя).

В связи с этими особенностями, его используют для отображения моделей и этапов развития общества и населения (демографические переходы, виды миграций т. д.). В от-

личие от картограмм, которые фокусируются на количественных данных, качественный фон позволяет выявить, как демографические типы распределены по территории, и понять закономерности этого распределения, что крайне важно для сравнительного анализа регионов [4; 13].

Точечный способ используется для отображения абсолютных демографических показателей и основан на размещении точек, каждая из которых соответствует определенному количеству населения. Этот метод позволяет наглядно показать пространственную концентрацию населения, выявить крупные центры расселения и зоны с низкой плотностью заселения.

В демографическом картографировании точечные карты широко применяются для анализа системы расселения и распределения населения внутри территории. Этот подход наглядно демонстрирует пространственную концентрацию населения, помогает выявить крупные населенные пункты и районы с низкой плот-

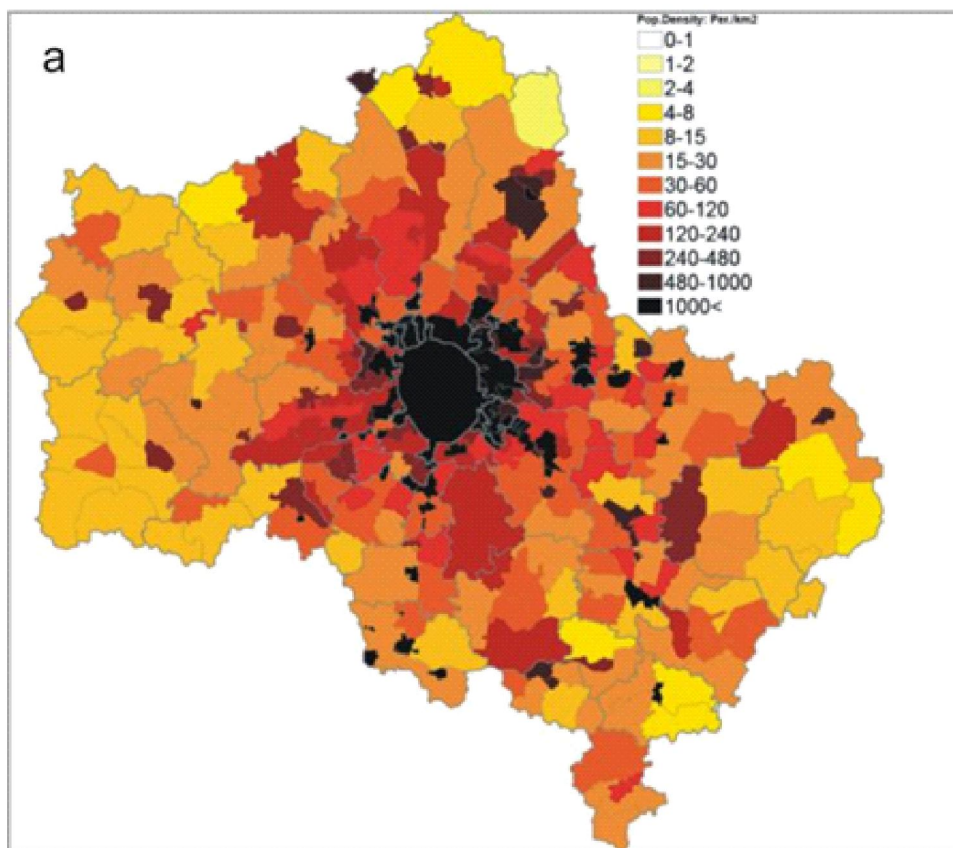


Рис. 1. Способ качественного фона

(на примере карты плотности населения по поселениям Московской области)

Примечание. Источник: [13].

ностью заселения. Точечные карты часто используются для анализа структуры расселения и распределения населения внутри территории. Главным достоинством этого метода является его высокая визуальная информативность и возможность точно отражать реальное распределение людей. Вместе с тем данный метод имеет и свои ограничения, связанные с условностью расположения точек и зависимостью конечного результата от выбранного «веса» одной точки, что требует тщательного и продуманного методического подхода [3; 13].

При необходимости изображения абсолютных величин для конкретных участков применяют значковый способ – размещение на карте условных знаков с размером, зависящим от значения показателя. Ключевым преимуществом является наглядная сравнимость различных территорий по какому-либо демографическому показателю.

Один метод картографирования не позволяет отобразить достаточное количество информации для анализа демографической ситуации, поэтому часто встречаются карты, составленные с помощью комбинирования нескольких методов для наилучшей визуализации

качественных и количественных характеристик населения (рис. 2).

Демографические характеристики тесно взаимосвязаны, поэтому карты с комбинированным способом картографирования хорошо отражают пространственное распределение различных процессов. Недостатком этого метода является сложность подбора условных знаков и размещения информации, так как большое количество показателей усложняет восприятие информации. Для корректного применения комбинированного способа необходимо выстраивать иерархию показателей и выделять ключевые и вспомогательные.

При составлении карт демографических показателей необходимо учитывать следующую закономерность: точечный, значковый способы и способ диаграмм используются для отображения абсолютных показателей, а относительные показатели нагляднее отображаются методом картограмм и качественного фона. Выбор наиболее подходящего метода должен основываться на тщательном анализе картографируемого показателя, что обеспечивает научную корректность карты и предотвращает искажение демографической информации.

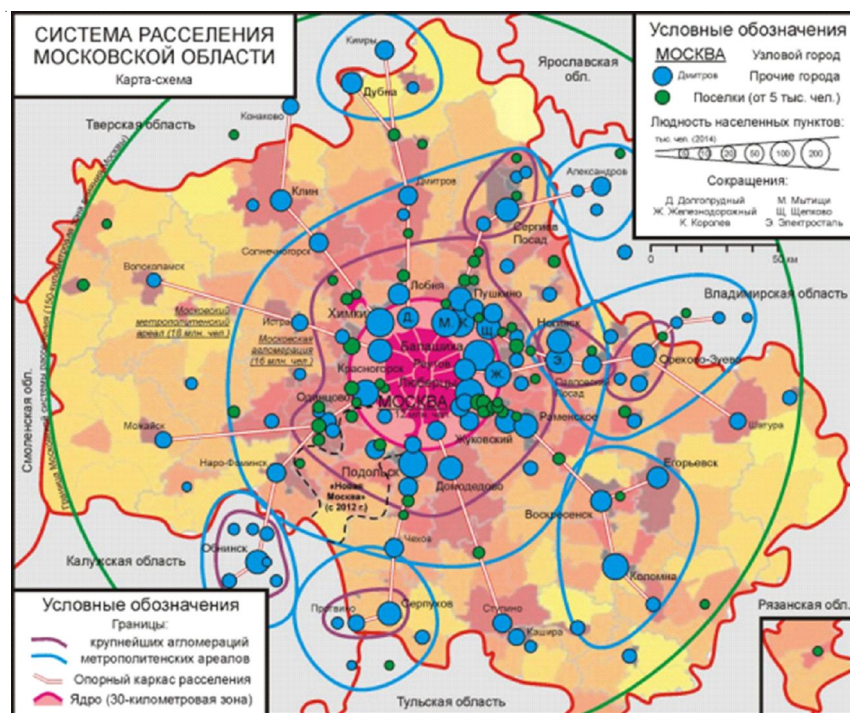


Рис. 2. Комбинированный способ картографирования
(на примере карты системы расселения Московской области на 2014 г.)

Примечание. Источник: [13].

Таким образом, в ходе работы была выстроена логика сопоставления демографического показателя и способа его картографирования.

Заключение

Проведенный анализ показал, что демографические показатели являются одной из базовых характеристик территории, отражающей состояние и динамику населения. Их значение выходит далеко за рамки чисто статистического описания, поскольку демографическая информация используется в социально-экономическом планировании, реги-

ональной политике и территориальной организации пространства.

Картографирование демографических данных позволяет значительно повысить наглядность и аналитическую ценность статистики. Наиболее важный вывод состоит в том, что способ картографического отображения должен соответствовать природе показателя: абсолютные и относительные величины, статические и динамические процессы, а также территориальный масштаб требуют разных методов визуализации. Официальные источники Росстата и Волгоградстата обеспечивают достаточную достоверность и сопоставимость данных для подобного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский, В. Н. Демография : учеб. пособие для вузов / В. Н. Архангельский. – М. : Юрайт, 2020. – 336 с.
2. Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование : учеб. пособие / А. М. Берлянт. – М. : Проспект, 2021. – 63 с.
3. Берлянт, А. М. Картография : учеб. для вузов / А. М. Берлянт. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
4. Картографический метод исследования / под ред. А. М. Берлянта. – М. : МГУ, 2015. – 252 с.
5. Махрова, А. Г. География населения с основами демографии : учеб. пособие / А. Г. Махрова, Т. И. Алексеева. – М. : Форум, 2020. – 339 с.
6. Основы демографии / под ред. В. А. Ионцева, А. А. Саградова. – М. : Инфра-М, 2020. – 352 с.
7. Методологические положения по статистике : сборник. – М. : Росстат, 2021. – 448 с.
8. Демографический ежегодник России. 2023. – М. : Росстат, 2023. – 592 с.
9. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2023 : стат. сб. – М. : Росстат, 2023. – 1040 с.
10. Социально-экономическое положение Волгоградской области. Январь-декабрь 2023 года / Волгоградстат. – Волгоград, 2024. – 240 с.
11. Естественное движение населения Российской Федерации в 2023 году // Росстат : стат. бюл. – М., 2024. – 128 с.
12. Миграция населения в Волгоградской области в 2023 году // Волгоградстат. – Волгоград, 2024. – 80 с.
13. Картография населения и социально-экономических процессов : учеб. материалы / Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК). – URL: <https://www.miiigaik.ru/upload/iblock/3fe/3fe65ae462c622d78b280a9776dea5b4.pdf>

REFERENCES

1. Arkhangelskij V.N. *Demografija: ucheb. posobije dlja vuzov* [Demography. Textbook for Universities]. Moscow, Jurait Publ., 2020. 336 p.
2. Berljant A.M. *Geoinformatsionnoje kartografirovanije: ucheb. posobije* [Geoinformation Mapping. Textbook]. Moscow, Prospekt Publ., 2021. 63 p.
3. Berljant A.M. *Kartografija: ucheb. dlja vuzov* [Cartography. Textbook for Universities]. Moscow, Aspekt Press Publ., 2002. 336 p.
4. Berljant A.M., ed. *Kartograficheskij metod issledovanija* [Cartographic Method of Research. Monograph]. Moscow, MGU, 2015. 252 p.
5. Makhrova A.G., Aleksejeva T.I. *Geografija naselenija s osnovami demografii: ucheb. posobije* [Geography of Population with the Basics of Demography. Textbook]. Moscow, Forum Publ., 2020. 339 p.

6. Iontsev V.A., Sagradov A.A., eds. *Osnovy demografii* [Fundamentals of Demography]. Moscow, Infra-M Publ., 2020. 352 p.
7. *Metodologicheskiye polozheniya po statistike: sbornik* [Methodological Provisions on Statistics. Collection]. Moscow, Rosstat Publ., 2021. 448 p.
8. *Demograficheskij jezhгодnik Rossii. 2023* [The Demographic Yearbook of Russia. 2023]. Moscow, Rosstat Publ., 2023. 592 p.
9. *Regiony Rossii. Osnovnyye kharakteristiki subjektov Rossijskoj Federatsii. 2023: stat. sb.* [Regions of Russia. Main Characteristics of the Constituent Entities of the Russian Federation. 2023. Statistical Compilation]. Moscow, Rosstat Publ., 2023. 1040 p.
10. *Sotsialno-ekonomicheskoe polozhenije Volgogradskoj oblasti. Janvar-dekabr 2023 goda* [Socio-Economic Situation of the Volgograd Region. January-December 2023]. Volgograd, 2024. 240 p.
11. Jestestvennoje dvizhenije naselenija Rossijskoj Federatsii v 2023 godu [Natural Movement of the Population of the Russian Federation in 2023]. *Rosstat: stat. bjul.* [Rosstat. Statistical Bulletin]. Moscow, 2024. 128 p.
12. *Migratsija naselenija v Volgogradskoj oblasti v 2023 godu* [Migration of the Population in the Volgograd Region in 2023]. Volgograd, 2024. 80 p.
13. *Kartografija naselenija i sotsialno-ekonomicheskikh protsessov: ucheb. materialy* [Cartography of Population and Socio-Economic Processes. Educational Materials]. URL: <https://www.miigaik.ru/upload/iblock/3fe/3fe65ae462c622d78b280a9776dea5b4.pdf>

Information About the Authors

Valeria V. Doroshenko, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, doroshenko@volsu.ru

Anna A. Karapetyan, Student, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, anya_karapetyan_55@vk.com

Информация об авторах

Валерия Витальевна Дорошенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, doroshenko@volsu.ru

Анна Александровна Карапетян, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, anya_karapetyan_55@vk.com



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.6>

UDC 664.8

LBC 38.96



DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL DRINK FOR IRON DEFICIENCY CORRECTION

Alexey S. Venetsiansky

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Marina I. Bokova

LLC "BUSTFERRUM", Volgograd, Russian Federation

Sofia A. Venetsianskaya

Volgograd State Socio-Pedagogical University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The health food market has been showing significant growth and development in recent years. With increased attention to health and quality of life issues, people are striving to diversify their diets with healthy and natural products, which contributes to the expansion of the range and the emergence of new offers from manufacturers focused on creating healthy alternatives to traditional products. As a result of the project, a jelly formulation was developed, prototypes of the product were obtained, and their physicochemical properties and elemental composition were studied. Dry powdered jelly KISELAN for the prevention of iron deficiency anemia consists of powders of dried berries and plants. It contains potato starch, powdered spinach, powdered Jerusalem artichoke, powdered rosehip, sesame, dried barberry, dried goji berries, dried black currant, dried apple, dried black mulberry (mulberry), and stevia (sweetener). Potential consumers of this product include women of childbearing age, pregnant and lactating women, athletes, people with already diagnosed iron anemia, children, adolescents, and the elderly.

Key words: functional foods, dry powdered jelly, natural ingredients, iron deficiency anemia, additional source of iron.

Citation. Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Bokova M.I., Venetsianskaya S.A. Development of a Functional Drink for Iron Deficiency Correction. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 3, pp. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.6>

УДК 664.8

ББК 38.96

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ

Алексей Сергеевич Венецианский

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Марина Игоревна Бокова

ООО «БУСТФЕРРУМ», г. Волгоград, Российская Федерация

Софья Алексеевна Венецианская

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Рынок здорового питания в последние годы демонстрирует значительный рост и развитие. В условиях повышенного внимания к вопросам здоровья и качества жизни люди стремятся разнообразить свой рацион полезными и натуральными продуктами, что способствует расширению ассортимента и появлению новых предложений от производителей, ориентированных на создание здоровых альтернатив традиционным продуктам. В результате реализации проекта была разработана рецептура киселя, получены опытные образцы продукта, изучены их физико-химические свойства и элементный состав. Сухой порошковый кисель «КИСЕЛАН» для профилактики железодефицитной анемии состоит из порошков сушеных ягод и растений. В его состав входит: картофельный крахмал, порошковый шпинат, порошковый топинамбур, порошковый шиповник, кунжут, сушеный барбарис, сушеные ягоды годжи, сушеная черная смородина, сушеное яблоко, сушеная черная шелковица (тутовник), стевия (сахарозаменитель). Потенциальные потребители данного продукта: женщины детородного возраста, беременные и кормящие женщины, спортсмены, люди с уже диагностированной анемией железа, дети, подростки, люди преклонного возраста.

Ключевые слова: функциональные продукты питания, сухой порошковый кисель, натуральные компоненты, железодефицитная анемия, дополнительный источник железа.

Цитирование. Венецианский А. С., Иванцова Е. А., Бокова М. И., Венецианская С. А. Разработка функционального напитка для коррекции железодефицитных состояний // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 49–58. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.3.6>

Введение

В современном обществе особенно актуальной темой является ЗОЖ, который включает в себя поддержание здоровья, правильное питание, достаточную физическую активность, отказ от вредных привычек. Одним из направлений ЗОЖ является употребление функциональных продуктов питания (ФПП) – особой категории продуктов, которые обогащены полезными веществами.

Понимание тенденций и динамики рынка здорового питания важно для производителей, поставщиков, инвесторов и всех, кто заинтересован в этой сфере. В этом контексте анализ текущих тенденций, потребительских предпочтений и регуляторных изменений становится ключевым фактором успеха для участников рынка.

В сфере функциональных продуктов наблюдается заметный рост по всему миру. По итогам 2023 г. глобальный размер рынка функционального питания составил 388 млрд долларов [1; 11]. Продукты питания с функциональными свойствами создаются с определенной

целью – предоставить дополнительную пользу для здоровья, помимо удовлетворения основных потребностей в питании. На рынке функциональных продуктов представлен широкий выбор товаров, например, зерновые завтраки, энергетические батончики, йогурты, плодово-ягодные и овощные продукты, безалкогольные напитки (соки, энергетики, коктейли) и другие. В настоящее время индустрия функциональных продуктов является инновационной и характеризуется динамичным ростом, а новые продукты появляются постоянно. Этот вид продуктов питания оказывает положительное влияние на здоровье, в том числе укрепляет иммунную систему, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, остеопороза, ожирения и рака (некоторых видов), а также улучшает память и физическое состояние.

Рынок функциональных продуктов питания можно разделить на сегменты в зависимости от их назначения, способа использования, канала распространения и географического положения:

1. По типу: функциональные продукты питания и функциональные напитки.

2. По назначению: товары для здоровья и хорошего самочувствия, спортивное питание, продукты для контроля веса, продукты для укрепления иммунитета и другие.

3. По каналу сбыта: супермаркеты и гипермаркеты, магазины повседневного спроса, специализированные магазины и интернет-магазины.

4. По географическому признаку: Северная Америка, Европа, Азиатско-Тихоокеанский регион, Ближний Восток и Африка, Латинская Америка.

В свою очередь функциональные продукты можно поделить на следующие под-сегменты:

1. Продукты для поддержания здоровья пищеварительной системы (пробиотики, пребиотики, пищевые волокна).

2. Продукты для укрепления иммунитета (витаминно-минеральные комплексы, добавки с антиоксидантами).

3. Продукты для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни (продукты с высоким содержанием белка, энергетические батончики).

4. Продукты для контроля веса (низкокалорийные продукты без добавления сахара).

По данным исследования, опубликованного на сайте Mordor Intelligence, в 2021 г. объем мирового рынка функциональных продуктов питания составил 180 млрд долларов, в 2023 г. 186,22 млрд долларов. К 2027 г. ожидается, что среднегодовой темп роста составит 2,71%, а объем в 2028 г. составит 212,85 млрд долларов [12; 13; 15; 16].

По данным Kings Research предполагается, что мировой рынок функциональных продуктов вырастет в среднем на 8,94 % с 2024 по 2031 г. [14]. Рынок функциональных продуктов в Японии имеет тенденцию к росту. По данным сайта Statista в 2022 финансовом году стоимость поставок таких продуктов в стране достигла 469,2 млрд японских иен [1; 2]. По данным Mordor Intelligence ожидается, что в США объем мирового рынка функциональных продуктов питания вырастет с 186,22 млрд долларов в 2023 г. до 212,85 млрд долларов к 2028 г. [2].

На российском рынке функциональных продуктов также наблюдается рост. Наибольшей популярностью среди потребителей пользуются растительные функциональные

продукты. Согласно данным 2020 г., доля таких продуктов составляет около 11 тысяч тонн, а к 2029 г. ожидается, что показатель вырастет до 664 тысяч тонн [1–3].

Благоприятное воздействие на рынок функционального питания оказала пандемия COVID-19 [8]. В период самоизоляции у людей снизилась физическая активность, в связи с чем люди стали больше задумываться о правильном питании. Особо популярными стали продукты с добавлением имбиря, куркумы, семян чиа, целебных трав, которые способствуют повышению иммунитета.

Железодефицитная анемия (ЖДА) – заболевание, характеризующееся снижением содержания гемоглобина в крови вследствие недостатка железа в организме, связанное с нарушением поступления, всасывания или потери того или иного микроэлемента [4–6; 10]. Наиболее часто встречается в следующих группах: у женщин от 18 до 45 лет, в частности у беременных, и у детей в периоды усиленного роста [4]. По данным Росстата, в России в 2022 г. зарегистрировано 1,5 млн случаев анемии.

Значение железа для организма человека очень велико. Железо активно участвует в процессах кроветворения, жизнедеятельности клеток, иммунобиологических процессах и окислительно-восстановительных реакциях [4–6; 9]. Согласно российским рекомендациям суточная потребность в железе у женщин составляет – 18 мг, в периоды беременности до 30 мг; у детей – от 4 мг до 18 (в зависимости от пола); у мужчин – 10 мг [4].

К распространенным причинам ЖДА относятся: несбалансированное питание, голодание, вегетарианские и веганские диеты, что ведет к недостаточному поступлению железа в организм. Повышенная потребность в железе в период беременности, родов и лактации, так как у женщин расходуется около 1 400 мг железа [6]. Еще одна причина – хронические потери крови, вызванные заболеваниями ЖКТ, миомой матки, аденомиозом, обильной менструацией, а также донорство крови, длительное применение нестероидных противовоспалительных препаратов и пр. Среди причин развития ЖДА у детей раннего возраста – это неблагоприятное течение беременности и родов, а так-

же недостаточное потребление железа из грудного молока, у подростков – повышенная потребность в период интенсивного роста, занятия спортом [4; 17].

В ходе реализации программы «Стартап как диплом» был создан стартап проект «Разработка порошкового киселя для повышения уровня железа в крови», нацеленный на профилактику железодефицитной анемии, и общество с ограниченной ответственностью «БУСТФЕРРУМ».

Цель проекта – разработка рецептуры сухого порошкового киселя с повышенным содержанием железа для коррекции уровня железа в крови.

Задачи проекта:

1. Обоснование актуальности выбора темы, ее проблемы и способа решения.
2. Анализ рынка, конкурентов, целевой аудитории и определение их потребностей.
3. Создание опытной партии сухого киселя, способствующего повышению уровня железа в крови и исследование физико-химических показателей.
4. Разработка технологического процесса производства киселя для повышения уровня железа в крови.
5. Разработка дизайна товарной упаковки сухого киселя, способствующего повышению уровня железа в крови.
6. Создание сайта проекта на основе сообщества ВКонтакте для продвижения продукта через платформу.
7. Проведение рекламной кампании стартап-проекта.

Бизнес-план рассчитан на 3 года. За это время планируется разработать необходимую рецептуру, запатентовать разработанную технологию и состав, провести необходимые лабораторные исследования и клинические испытания, получить сертификат государственной регистрации, начать производство и осуществить первые продажи.

Конкурентный ландшафт на рынке функциональных киселей занимают две компании – «Леовит» и «Арт Лайф». Ассортимент широкий, но, и это принципиальный момент, ни одна из них не предложила продукт, ориентированный именно на профилактику ЖДА, что подтверждает актуальность наших исследований и разработок.

Материалы и методы

Для проекта была выбрана методика Agile, которая основывается на поэтапном подходе к проекту короткими циклами. Для подхода данной методики характерна работа короткими промежутками по 2–4 недели, а внутри каждой работы собрана серия задач. По окончании каждой работы оцениваются результаты, изучается обратная связь от пользователей и вносятся корректировки.

У данной методологии можно выделить четыре основные ценности системы: люди и коммуникация важнее процессов; рабочий продукт имеет большую значимость, чем подробная документация; сотрудничество с клиентом важнее условий договора; адаптация к изменяющимся условиям важнее изначальной стратегии [14].

С точки зрения стартапа методика Agile предлагает несколько значимых преимуществ для реализации проекта: быстрая адаптация к изменениям на рынке, а не четкое следование плану; ориентир на целевую аудиторию за счет их отзывов и корректировок в плане повышают шансы для востребованного продукта на рынке; благодаря возможности выявления ошибок на ранних этапах снижаются риски и затраты, что особенно важно для проектов с ограниченными ресурсами. Благодаря перечисленным факторам значительно повышаются шансы на успех реализации продукта.

Физико-химические свойства полученного продукта (массовая доля белка, жира, углеводов, клетчатки, сухих веществ, витаминов С, фосфора, кальция) были определены в аккредитованной лаборатории согласно действующим ГОСТам. Элементный состав в образцах продукта определяли методом масс-спектрометрии.

Результаты и обсуждение

Основная идея стартапа нацелена на создание сухого киселя с железодефицитным эффектом без использования химических добавок в составе. Продукт направлен на поддержание оптимального уровня железа в организме. Сфера деятельности – торговля.

Сухой порошковый кисель «КИСЕЛАН» для профилактики железодефицитной анемии состоит из порошков сушеных ягод и растений. Состав киселя следующий: картофельный крахмал, порошковый шпинат, порошковый топинамбур, порошковый шиповник, кунжут, сушеный барбарис, сушеные ягоды годжи, сушеная черная смородина, сушеное яблоко, сушеная черная шелковица (тутовник), стевия (сахарозаменитель).

Кисель представляет собой сыпучий продукт, который порционно добавляется в кружку и заливается кипятком. Уникальность продукта заключается в новом формате употребления продукта с большим количеством железа. Продукт содержит повышенное количество железа для железодефицита и витамина С для лучшего усвоения. Кисель полностью из растительного сырья без добавления ароматизаторов, красителей и консервантов. Можно употреблять как в горячем виде, так и в холодном, в зависимости от предпочтений потребителя.

Основным потребителем продукта являются женщины детородного возраста, особенно беременные и кормящие. Женщинам детородного возраста в день необходимо 18 мг железа, в то время как женщины в положении нуждаются в полуторной суточной норме железа (до 30 мг). Дети также часто нуждаются в дополнительном железе: 90 % всех анемий связаны с нехваткой железа в организме, поэтому продукт будет актуален для родителей, заботящихся о своих детях. Спортсмены также входят в группу риска развития заболевания. У спортсменов дефицит возникает из-за недостаточного поступления в организм, так и из-за повышенного спроса при тяжелых тренировках. Люди с уже диагностированной железодефицитной анемией также являются потенциальным потребителем, которые будут употреблять продукт как дополнение к основному методу лечения.

Технология производства продукта включает в себя следующие этапы:



Рис. 1. Дизайн упаковки разработанного продукта «КИСЕЛАН»



Рис. 2. Образцы разработанного продукта

1. Закупка растительного сырья. Сухие плоды ягод и фруктов проверяются на наличие мусора и дефектов. Не достаточно досушенные плоды отправляются в дегидратор.

2. Отобранные плоды подвергаются процессу измельчения в мельнице до получения порошка.

3. Тщательно перемешиваются все компоненты сырья в необходимых пропорциях с целью получения однородной смеси.

4. Готовая смесь направляется на фасовку и упаковывается по 120 г.

Первая партия продукта составляет 300 единиц. По мере развития бизнеса объемы производства планируется увеличить. Данный объем продукции обоснован несколькими факторами: небольшой объем первой партии позволяет уменьшить финансовые риски, так как менее объемная партия снизит потери в случае, если товар не будет пользоваться спросом; позволит оценить спрос на товар на раннем этапе и сделать корректировки в маркетинговой стратегии; на основе реакции рынка на первую партию можно будет определить наиболее востребованные регионы для последующих поставок.

В результате анализа рынка и предпочтений потребителей относительно функциональных продуктов питания установлено, что потребитель готов заплатить за более дорогой продукт с меньшей массой, чем за дешевый товар с большей массой, если уверен в натуральности и пользе для организма [2]; потребитель все больше воспринимает продукт для здорового питания как нечто, что должно быть вкусным, полезным, а также способствовать профилактике заболеваний, а также был удобен в использовании. Знание основ о специализированных и функциональных продуктах питания помогает потребителю сделать осознанный выбор, ориентируясь на наиболее подходящие для его организма питательные вещества. Если имеется достаточный объем информации, то при выборе нутриентов ключевыми факторами становятся их состав и функциональные характеристики. Примерно 50 % жителей России обращают внимание на то, из чего сделаны продукты и предпочитают продукты с натуральным составом и произведенные в их регионе [1; 2; 7]. Потребители также стремятся уменьшить потребление жиров и сахара [3].

Наша продукция относится к сегменту функциональных продуктов и может занять обширный список подсегментов за счет уникального состава: продукты для поддержания работы ЖКТ, так как кисель содержит пищевые волокна; продукты для укрепления иммунитета, поскольку кисель содержит большое количество витамина С; продукты для улучшения работы сердечно-сосудистой системы, является основным подсегментом проекта, поскольку железо в составе влияет на процессы кроветворения; продукт как функциональный напиток. Также продукт соответствует тренду на растительные функциональные продукты. Компания сосредоточит усилия на продаже сухого киселя для следующих потребителей: женщины детородного возраста, дети, спортсмены и люди с диагностированной ЖДА.

Производство сухого киселя «КИСЕЛАН» может столкнуться с различными рисками, а также предоставляет возможности для применения гарантий на продукты. Рассмотрим основные из них. При реализации проекта были выделены финансовые, технические и стратегические риски:

1. Финансовые риски: повышение цен на сырье; поломка оборудования и покупка новой техники; проблемы с поставками сырья или его качеством, хранением или транспортировкой, что в свою очередь может привести к потере продукции; некачественное сырье может привести к потере партии; нововведения в законодательстве могут потребовать дополнительных затрат на адаптацию производства.

2. Технические риски: возможные поломки оборудования и сбои в работе производства ведут к задержкам и потерям в производстве; некачественное сырье приведет к задержкам в производстве.

3. Прочие риски: выход на рынок новых конкурентов, поскольку рынок функционального питания активно развивается с каждым годом; потребители, у которых могут быть предпочтения в сторону определенных торговых марок, требования ко вкусу или цене; конкуренты с сильной пиар-стратегией, разнообразным вкусом продукции и альтернативой; покупательская способность населения, которая зависит от уровня налогов, безработицы и т. д.

Для оценки риска использован трехмерный метод оценки последствий в зависимости от возможных последствий риска – высокий, средний, низкий риск. Уровень рисков по проекту оценивается как «средний».

Качество продукции является одним из ключевых факторов, которые определяют успех компании на рынке. Производители стремятся обеспечить высокий уровень качества своих товаров, чтобы удовлетворить потребности клиентов и укрепить свои позиции. Гарантии – меры, которые помогают снизить риски и обеспечить стабильность проекта. Наши гарантии:

1. Накопление средств на случай непредвиденных расходов.
2. Тщательный анализ рынка, выявление потребительских предпочтений и адаптация продукта под спрос.
3. Совместные проекты с другими компаниями могут обеспечить доступ к новым ресурсам и рынкам, а также снизить риски за счет совместного финансирования и распределения ответственности.

SWOT-анализ – метод стратегического планирования. Он представляет собой анализ четырех факторов, которые влияют на компанию: сильные стороны (strengths), слабые стороны (weaknesses), возможности (opportunities) и угрозы (threats).

SWOT-анализ проведен для нового продукта «КИСЕЛАН» и показан в таблице.

Заключение

В ходе реализации программы «Стартап как диплом» был создан стартап «Разработка порошкового киселя для повышения уровня железа в крови» и общество с ограниченной ответственностью «БУСТФЕРРУМ», а также сайт проекта: <https://vk.link/kiselan>. При осуществлении деятельности в рамках реализации стартапа начали сотрудничество с различными компаниями. При оформлении ТУ воспользовались услугами ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции».

Разработана рецептура продукта, создана опытная партия (5 образцов) сухого киселя «КИСЕЛАН», способствующего повышению уровня железа в крови. В результате исследований органолептических и физико-химических показателей продукта было установлено полное соответствие разработанного сухого киселя установленным требованиям безопасности. Разработан дизайн товарной упаковки функционального напитка. Для привлечения внимания к продукту будут проводиться различные товарные и просветительские акции, что позволит повысить осведомленность населения о проблеме здорового питания и сделать наш напиток более узнаваемым среди потенциальных покупателей.

SWOT-анализ разрабатываемого продукта «КИСЕЛАН»

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
1. Продукт направленного действия для профилактики анемии. 2. Низкая цена и полностью натуральный состав. 3. Простота производства, не требует закупки дополнительной аппаратуры на пищевых предприятиях. 4. Длительный срок хранения продукции	1. Недоверие со стороны покупателей относительно эффективности продукта. 2. Нет разнообразия вкусов. 3. Сильная пиар-стратегия конкурентов
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
1. Тренд здорового питания дает преимущество в развитии сегмента функциональных продуктов питания	1. Повышение стоимости сырья увеличит себестоимость продукта. 2. Изменение потребительских предпочтений. 3. Экономическая нестабильность

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ размера и доли рынка функциональных продуктов питания – тенденции роста и прогнозы (2024–2029 гг.) // Mordor Intelligence. – 2024. – URL: <https://www.mordorintelligence.com/>
2. Анализ рынка функционального питания: российский и международный аспект / Е. А. Молибога [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т. 52, № 4. – С. 775–786.
3. Бурденко, Е. В. Позитивные практики индустрии общественного питания Российской Федерации в условиях пандемии COVID-19 / Е. В. Бурденко, Г. В. Королёв // Вестник университета. – 2021. – № 5. – С. 101–108.
4. Васильева, Е. В. Железодефицитная анемия у детей: современный взгляд гематолога / Е. В. Васильева, К. С. Асланян, С. Г. Пискунова // Главный врач Юга России. – 2017. – № 3 (56). – С. 6–10.
5. Горбачев, А. Л. Роль железа в поддержании физической формы спортсменов. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии / А. Л. Горбачев // Биоэлементология. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 17–27.
6. Доброхотова, Ю. Э. Новые возможности терапии железодефицитных состояний у женщин в различные возрастные периоды / Ю. Э. Доброхотова, Э. А. Маркова // Российский медицинский журнал. – 2022. – Т. 5, № 3. – С. 201–208.
7. Иванцова, Е. А. Анализ потребительских предпочтений на рынке функциональных напитков / Е. А. Иванцова, А. С. Венецианский, С. С. Худякова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 4 (82). – С. 53–62.
8. Оценка состояния молочной промышленности России в период пандемии коронавируса / Е. А. Иванцова [и др.] // Индустрия питания. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 95–107.
9. Петрушенко, Д. Ю. Частота развития латентного дефицита железа у лиц, профессионально занимающихся спортом / Д. Ю. Петрушенко, Д. Б. Сахарова // Вестник науки. – 2024. – Т. 4, № 5 (74). – С. 1869–1873.
10. British Society of Gastroenterology Guidelines for the Management of Iron Deficiency Anaemia in Adults / J. Snook [et al.] // Gut. – 2021. – Vol. 70, no. 11. – P. 2030–2051.
11. Consumer Perception of Functional Foods and Determinants of Functional Foods Consumption in the Slovak Republic / E. Horská [et al.] // Br. Food J. – 2023. – Vol. 125, no. 7. – P. 2478–2492.
12. Consumers' Requirements for Functional Foods / M. Corina [et al.] // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Sci. Technol. – 2019. – Vol. 76, no. 2. – P. 138–144.
13. Hung, Y. Consumer Evaluation, Use and Health Relevance of Health in the European Union / Y. Hung, W. Verbeke // Food Qual. Prefer. – 2019. – Vol. 74. – P. 88–99.
14. Sargsyan, A. M. Role of Iron in the Human Body. Iron-Deficiency Anemia (IDA) / A. M. Sargsyan, M. V. Orlova // Forcipe. – 2020. – Vol. 3, no. S1. – P. 269–270.
15. Shipment Value of the Foods with Function Claims Market in Japan in Fiscal Years 2015 to 2023 with Forecasts Until 2025 // Statista. – 2024. – URL: <https://www.statista.com/>
16. The Relationship Between Heavy Menstrual Bleeding, Iron Deficiency, and Iron Deficiency Anemia / M.G. Munro [et al.] // Am J Obstet Gynecol. – 2023. – Vol. 229, no. 1. – P. 1–9.
17. The Roles of Iron in Health and Disease / P. T. Lieu [et al.] // Mol Aspects Med. – 2001. – Vol. 22, no. 1–2. – P. 1–87.

REFERENCES

1. Analiz razmera i doli rynka funkcionalnykh produktov pitaniya – tendentsii rosta i prognozy (2024–2029 gg.) [Analysis of the Size and Share of the Functional Food Market – Growth Trends and Forecasts (2024–2029)]. *Mordor Intelligence*, 2024. URL: <https://www.mordorintelligence.com>
2. Moliboga Je.A., Sukhostav Je.V., Kozlova O.A., Zinich A.V. Analiz rynka funkcionalnogo pitaniya – rossijskij i mezhdunarodnyj aspekt [Functional Nutrition Market Analysis: Russian and International Aspects]. *Tekhnika i tekhnologija pishchevykh proizvodstv* [Machinery and Technology of Food Production], 2022, vol. 52, no. 4, pp. 775–786.
3. Burdenko Je.V., Korolev G.V. Pozitivnyje praktiki industrii obshchestvennogo pitaniya Rossijskoj Federatsii v usloviyakh pandemii COVID-19 [Positive Practices of the Russian Federation's Catering Industry During the COVID-19 Pandemic]. *Vestnik universiteta* [Bulletin of the University], 2021, no. 5, pp. 101–108.
4. Vasiljeva Je.V., Aslanjan K.S., Piskunova S.G. Zhelezodeficitnaja anemija u detej: sovremennij vzgljad gematologa [Iron Deficiency Anemia in Children: A Modern Hematologist's Perspective]. *Glavnyj vrach Juga Rossii* [The Chief Physician of the South of Russia], 2017, no. 3 (56), pp. 6–10.
5. Gorbachev A.L. Rol zheleza v podderzhanii fizicheskoj formy sportsmenov. Voprosy biologicheskoy, meditsinskoj i farmatsevticheskoy khimii [The Role of Iron in Maintaining the Physical Fitness of Athletes. Issues of Biological, Medical, and Pharmaceutical Chemistry]. *Bioelementologija* [Bioelementology], 2019, vol. 22, no. 1, pp. 17–27.

6. Dobrokhotova Ju.E., Markova A.A. Novyye vozmozhnosti terapii zhelezodefitsitnykh sostojanij u zhenshchin v razlichnyje vozrastnyje periody [New Possibilities for Treating Iron Deficiency in Women at Different Ages]. *Rossijskij meditsinskij zhurnal* [Russian Medical Journal], 2022, vol. 5, no. 3, pp. 201-208.
7. Ivantsova E.A., Venecianskiy A.S., Khudjakova S.S. Analiz potrebitelskikh predpochtenij na rynke funkcionalnykh napitkov [Analysis of Consumer Preferences in the Functional Drinks Market]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheje professionalnoje obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], 2025, no. 4 (82), pp. 53-62.
8. Ivantsova E.A., Venecianskiy A.S., Zorkina O.V., Napalkov V.M., Kochkin V.V. Ocenka sostojanija molochnoj promyshlennosti Rossii v period pandemii koronovirusa [Assessment of the State of the Russian Dairy Industry During the Coronavirus Pandemic]. *Industrija pitaniya* [The Food Industry], 2022, vol. 7, no. 3, pp. 95-107.
9. Petrushenko D.Ju., Sakharova D.B. Chastota razvitiya latentnogo defecita zheleza u lic, professionalno zanimajushchiksja sportom [The Incidence of Latent Iron Deficiency in Athletes]. *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 2024, vol. 4, no. 5 (74), pp. 1869-1873.
10. Snook J., Bhala N., Beales L.P. et al. British Society of Gastroenterology Guidelines for the Management of Iron Deficiency Anemia in Adults. *Gut*, 2021, vol. 70, no. 11, pp. 2030-2051.
11. Horská E., Predanócyová K., Šedík P. et al. Consumer Perception of Functional Foods and Determinants of Functional Foods Consumption in the Slovak Republic. *Br. Food J.*, 2023, vol. 125, no. 7, pp. 2478-2492.
12. Corina M., Farcas A., Vodnar D.C., Tofana M. Consumers' Requirements for Functional Foods. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Sci. Technol.*, 2019, vol. 76, no. 2, pp. 138-144.
13. Hung Y., Verbeke W. Consumer Evaluation, Use and Health Relevance of Health in the European Union. *Food Qual. Prefer*, 2019, vol. 74, pp. 88-99.
14. Sargsyan A.M., Orlova M.V. Role of Iron in the Human Body. Iron-Deficiency Anemia (IDA). *Forcipe*, 2020, vol. 3, no. S1, pp. 269-270.
15. Shipment Value of the Foods with Function Claims Market in Japan in Fiscal Years 2015 to 2023 with Forecasts Until 2025. *Statista*, 2024. URL: [//www.statista.com/](https://www.statista.com/)
16. Munro M.G., Mast A.E., Powers J.M. et al. The Relationship Between Heavy Menstrual Bleeding, Iron Deficiency, and Iron Deficiency Anemia. *Am J Obstet Gynecol.*, 2023, vol. 229, no. 1, pp. 1-9.
17. Lieu P.T., Heiskala M., Peterson P.A., Yang Y. et al. The Roles of Iron in Health and Disease. *Mol Aspects Med*, 2001, vol. 22, no. 1-2, pp. 1-87.

Information About the Authors

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

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

Marina I. Bokova, General Director, LLC “BUSTFERRUM”, Chitinskaja St, 72, 400138 Volgograd, Russian Federation, howard_rainey@mail.ru

Sofia A. Venetsianskaya, Student, Volgograd State Socio-Pedagogical University, Prosp. Lenina, 27, 400005 Volgograd, Russian Federation, alven79@mail.ru

Информация об авторах

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

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

Марина Игоревна Бокова, генеральный директор, ООО «БУСТФЕРРУМ», ул. Читинская, 72, 400138 г. Волгоград, Российская Федерация, howard_rainey@mail.ru

Софья Алексеевна Венецианская, студент, Волгоградский государственный социально-педагогический университет, просп. им. В.И. Ленина, 27, 400005 г. Волгоград, Российская Федерация, alven79@mail.ru



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

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

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

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

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

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

2. Правила оформления статей.

Объем статьи не должен превышать 1 п. л.

Каждая статья должна включать следующие элементы издательского оформления:

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

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

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

2.2. Оформление библиографических ссылок и примечаний.

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

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

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

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

ISSN 2713-1572



9 772713 157265

03>