

ISSN 2713-1572

2024

Том 14. № 2

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



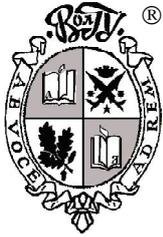
NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 14. No. 2

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
И РЕСУРСЫ**

2024

Том 14. № 2

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

**NATURAL SYSTEMS
AND RESOURCES**

2024

Volume 14. No. 2



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2024. Vol. 14. No. 2

Academic Periodical

First published in 2011

4 issues a year

Founder:

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

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

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

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

Editorial Staff:

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

Editorial Board:

Prof., Dr. *S.A. Bartalev* (Moscow); Prof., Dr.
M.N. Belitskaya (Volgograd); Prof., Dr. *Yu.K. Vinogradova*
(Moscow); Assoc. Prof., Dr. *D.S. 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. Tiutiuna* (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 *E.S. Reshetnikova*

Technical editing by *I.V. Smetanina, O.N. Yadykina*

Passed for printing on Aug. 5, 2024.

Date of publication: Sent. 12, 2024.

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

Conventional printed sheets 6.0. Published pages 6.5.

Number of copies 500 (1st printing 1–28 copies).

Order 67. «C» 22.

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

2024. Т. 14. № 2

Научно-теоретический журнал

Основан в 2011 году

Выходит 4 раза в год

Учредитель:

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

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

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

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

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, доц. **Е.А. Иванцова** – главный редактор (г. Волгоград)
д-р мед. наук, проф. **В.В. Новочадов** – зам. главного редактора (г. Волгоград)
канд. биол. наук, доц. **П.А. Крылов** – ответственный и технический секретарь (г. Волгоград)
д-р геол.-минер. наук, проф. **Л.А. Анисимов** (г. Волгоград)
д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр. **В.П. Воронина** (г. Волгоград)
д-р биол. наук, проф. **А.А. Околелова** (г. Волгоград)
д-р биол. наук, доц. **В.А. Сагалаев** (г. Волгоград)
д-р с.-х. наук, проф. **В.В. Танюкевич** (г. Новочеркасск)
д-р с.-х. наук, доц. **В.Г. Юферов** (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. РАН **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. Соленое Займище); д-р физ.-мат. наук, проф. **А.В. Хоперсков** (г. Волгоград); д-р геогр. наук, доц. **С.Р. Чалов** (г. Москва); д-р геогр. наук, проф., акад. РАН **А.А. Чибилев** (г. Оренбург); д-р геогр. наук, проф. **Г.Ю. Ямских** (г. Красноярск)

Редактор английских текстов **Д.А. Новак**

Верстка **Е.С. Решетниковой**

Техническое редактирование **И.В. Сметаниной, О.Н. Ядыкиной**

Подписано в печать 05.08 2024 г.

Дата выхода в свет: 12.09 2024 г.

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

Усл. печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 6,5.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–28 экз.). Заказ 67. «С» 22.

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>

Англоз. сайт журнала:

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



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ

- Хныкин А.С., Иванцова Е.А.* Аннотированный список пауков Волгоградской агломерации 5
- Онистратенко Н.В., Егоров А.В.* Анализ и картографирование антропогенной нагрузки аквальных экосистем южной части Волгоградской агломерации 26
- Венецианский А.С., Иванцова Е.А., Шуликина М.П.* Использование зеина для фильтрации воды от нефтепродуктов 32
- Мустафазаде Н.Х. кызы.* Особенности проведения мониторинга атмосферного загрязнения с использованием данных мобильного измерительного комплекса 40
- Искендерзаде Э.Б. оглы, Рагимов Э.Р. оглы, Рагимов Д.Р. оглы.* Новые критерии оценки эмиссии С и CO₂ в воздух автомобильным транспортом 47

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

- Агаев Ф.Г. оглы, Асадов Х.Г. оглы, Омаров М.Э. оглы.* Вопросы энергоиндексного моделирования фенологии растительности 55

CONTENTS

ECOLOGY

- Khnykin A.S., Ivantsova E.A.* Annotated List of Spiders of the Volgograd Agglomeration 5
- Onistratenko N.V., Egorov A.V.* Analysis and Mapping of Anthropogenic Load of Aquatic Ecosystems in the Southern Part of the Volgograd Agglomeration 26
- Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P.* The Use of Zein to Filter Water From Petroleum Products 32
- Mustafazade N.Kh. gizi.* Features of Monitoring Atmospheric Pollution Using Data of a Mobile Measuring Complex 40
- Iskenderzade E.B. oglu, Rahimov E.R. oglu, Rahimov J.R. oglu.* New Criteria for Assessing C and CO₂ Emissions Into the Air by Road-Road Transport 47

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

- Agaev F.G. oglu, Asadov H.H. oglu, Omarov M.E. oglu.* Issues of Energy Index Modeling of Vegetation Phenology 55



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.1>

UDC 595.44(470.45)

LBC 28.691.512.4(2Рос-4Вор)

ANNOTATED LIST OF SPIDERS OF THE VOLGOGRAD AGGLOMERATION

Alexander S. Khnykin

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

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article presents an annotated list of spiders based on their systematic position on the territory of the Volgograd agglomeration. The need to conduct such a study is emphasized by the exceptionally poor knowledge of the current state of the *Aranei* order in the Volgograd region. There have been no systematic studies for more than fifty years, the available data is scarce and fragmentary, and there is no description of the species living in various biotopes. Studies of araneofauna were carried out in the Volgograd region in the period 2003–2020. The material was collected largely using Barber soil entomological traps with a fixing liquid (6 % acetic acid solution) with a diameter of 100 mm. As part of the study of the seasonal dynamics of the species composition of spiders in various biotopes of the Volgograd agglomeration, 17 series of traps were laid at five test sites. The traps were installed in quantities of 8–10 pieces at a distance of 5 m from each other, were not covered, were exposed throughout the warm season (April–October), and checked once every 7 days. The material was fixed in a 75 % ethyl alcohol solution. Species identification was carried out using guides and was confirmed by the leading researcher of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Sciences (Biology), A.V. Ponomarev. Field research involved 388,776 trap days; a total of 9,395 spiders were captured.

Key words: araneofauna, Volgograd region, annotated list, species identification, agglomeration.

Citation. Khnykin A.S., Ivantsova E.A. Annotated List of Spiders of the Volgograd Agglomeration. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 5-25. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.1>

УДК 595.44(470.45)

ББК 28.691.512.4(2Рос-4Вор)

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ПАУКОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Александр Сергеевич Хныкин

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

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлен аннотированный список пауков на основе их систематического положения на территории Волгоградской агломерации. Необходимость проведения подобного исследования подчеркивается исключительно слабой изученностью современного состояния отряда *Aranei* на территории Волгоградской

области; систематических исследований не проводилось более 50 лет, имеющиеся данные скудны и отрывочны, отсутствует характеристика видов, обитающих в различных биотопах. Исследования аранеофауны проводились на территории Волгоградской области в период 2003–2020 годов. Материал собирался в большей мере при помощи почвенных энтомологических ловушек Барбера с фиксирующей жидкостью (6 %-й раствор уксусной кислоты) диаметром 100 мм. В рамках исследований сезонной динамики видового состава пауков в различных биотопах Волгоградской агломерации были заложены 17 серий ловушек на 5 полигонах. Ловушки устанавливались в количестве 8–10 шт. на расстоянии 5 м друг от друга, не накрывались; экспонировались на протяжении всего теплого сезона (апрель – октябрь), проверялись раз в 7 дней. Материал фиксировался в 75 %-м растворе этилового спирта. Видовая идентификация осуществлялась при помощи определителей и была подтверждена ведущим научным сотрудником Южного научного центра РАН, кандидатом биологических наук А.В. Пономаревым. Полевыми исследованиями было занято 388 776 ловушко-суток, всего было отловлено 9 395 особей пауков.

Ключевые слова: аранеофауна, Волгоградская область, аннотированный список, видовая идентификация, агломерация.

Цитирование. Хныкин А. С., Иванцова Е. А. Аннотированный список пауков Волгоградской агломерации // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 5–25. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nr.jvolsu.2024.2.1>

В результате проведенных многолетних исследований на территории Волгоградской области были обнаружены 235 самостоятельно собранных и обработанных видов, принадлежащих к 26 семействам. Непосредственно в черте города Волгограда обитает не менее 213 видов пауков из 24 семейств. Самым многочисленным по встречаемости является семейство Gnaphosidae (56 описанных видов – 23,8 %), менее многочисленны представители семейства Lycosidae (32 вида – 13,6 %) и Salticidae (28 видов – 11,9 %). Были обнаружены 155 новых видов, причем представители семейств *Atypidae*, *Corinnidae*, *Dysderidae*, *Eresidae*, *Liocranidae*, *Sparassidae*, *Zodariidae* ранее на территории региона не отмечались. Вид *Trichoncus villius* (Tanasevitch et Piterkina, 2007) впервые выявлен на территории России.

Ниже представлен аннотированный список пауков Волгоградской агломерации.

Семейство Agelenidae

Agelena labyrinthica (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♀, о. Сарпинский, 07.2009; 2 ♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 21.06–10.07.2012; 2 ♂, там же, внутренний двор, 2–30.07.2012; 5 ♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 3–26.07.2012; 1 ♀, там же, дно оврага, 13–21.09.2012; 2 ♂, там же, посадки, 26.06–3.07.2012.

Allagelena gracilens (C.L. Koch, 1841)

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 23–27.07.2012.

Tegenaria agrestis (Walckenaer, 1802)*¹

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 19.09.2012; 7 ♂, там же, внутренний двор, 30.07–19.09.2012; 1 ♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 7.09.2012; 1 ♂, там же, посадки, 7.09.2012; 1 ♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 13–21.07.2012; 2 ♂, там же, родник 1–16.08.2012.

Tegenaria domestica (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 21–27.06.2012.

Tegenaria lapicidinarum (Spassky, 1934)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 10–17.06.2012; 2 ♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 23.04–8.05.2012; 9 ♂, 5 ♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 9.05–12.06.2012; 1 ♀, там же, степь, 12–18.06.2012; 1 ♂, 2 ♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 11.05–21.07.2012; 11 ♂, 1 ♀, там же, бровка оврага, 5.05–4.07.2012; 10 ♂, 4 ♀, там же, родник, 5.05–26.07.2012; 2 ♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 4.05–5.06.2012; 1 ♀, там же, дно оврага, 26.06–3.07.2012; 1 ♂, 3 ♀, там же, посадки, 23.05–21.06.2012.

Семейство Araneidae

Aculepeira armida (Savigny et Audouin, 1826)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 23.04–1.05.2012.

Agalenatea redii (Scopoli, 1763)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, 04.2009.

Araneus angulatus (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, 06.2009.

Araniella cucurbitina (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», 06.2009.

Argiope bruennichi (Scopoli, 1772)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 2♀, о. Голодный, 09.2009.

Argiope lobata (Pallas, 1772)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, 09.2009.

Cercidia prominens (Westring, 1851)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15–22.04.2012.

Cyclosa conica (Pallas, 1772)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, окр. Волжского, 06.2010.

Gibbaranea bituberculata
(Walckenaer, 1802)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 9–14.05.2012.

Mangora acalypha (Walckenaer, 1802)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойма р. Дон, 06.2008; 1♂, 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 8–29.05.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 14–22.05.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5–12.05.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 5–13.06.2012.

Singa hamata (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 26.06–3.07.2012.

Zilla diodia (Walckenaer, 1802)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 14–22.05.2012.

Семейство Atypidae

Atypus muralis (Bertkau, 1890)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 6–15.07.2011; 5♂, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 1♂, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013.

Семейство Clubionidae

Clubiona pseudoneglecta (Wunderlich, 1994)*

Материал. Волгоградская обл.: 4♂, 3♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 31.05–13.07.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 27.04–4.05.2012.

Семейство Corinnidae

Phrurolithus festivus (C.L. Koch, 1835)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волго-Донской судоходный канал вблизи Волгограда, луг с тростником, 4–18.06.2011; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Phrurolithus pullatus (Kulczyński in Chyzer et Kulczyński, 1897)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 28.04–5.05.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 3–12.07.2012.

Семейство Dictynidae

Argenna patula (Simon, 1874)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 2–10.07.2011.

Argenna subnigra

(O. Pickard-Cambridge, 1861)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6.05–8.07.2012; 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 14–22.05.2012.

Lathys stigmatisata (Menge, 1869)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 2♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка

оврага, 19.04–15.05.2012; 5♂, 2♀, там же, посадки, 14.04–21.06.2012; 1♂, там же, родник, 19–27.04.2012; 4♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–5.05.2012; 3♂, там же, сосняк, 15.04–5.05.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 16–23.04.2012; 1♂, там же, лес, 23.04–1.05.2012.

Mastigusa arietina (Thorell, 1871)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 17.10.2012.

Семейство Dysderidae

Dysdera crocata (C.L. Koch, 1838)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 2♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 30.05–12.07.2012.

Dysdera ukrainensis (Charitonov, 1956)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 30.05–6.06.2011; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 28.04–5.05.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 23–30.05.2012; 1♂, там же, дно оврага, 19–27.04.2012.

Harpactea rubicunda (C.L. Koch, 1838)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 6♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 30.05–6.06.2011; 2♂, 8♀, там же, пырейник, 3.04–27.06.2012; 16♂, 20♀, там же, внутренний двор, 9.04–19.09.2012; 3♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 1.05–12.06.2012; 3♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 16.05–4.07.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 27.04–26.05.2012.

Семейство Eresidae

Eresus kollari (Rossi, 1846)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 8–14.05.2012; 6♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4–30.05.2012; 1♂, там же, дно оврага, 15–23.05.2012; 1♂, там же, посадки, 15.05–5.06.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 4–12.06.2012; 1♂, там же, степь, 14–22.05.2012; 4♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15.04–7.06.2012; 1♂, там же, родник

16–25.05.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 20–27.05.2012.

Семейство Gnaphosidae

Aphantaulax trifasciata

(O. Pickard-Cambridge, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, окр. Волжского, лесополоса, 06.2010.

Arboricaria subopaca (Westring, 1861)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник 23.04–1.05.2012.

Berlandina cinerea (Menge, 1868)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», 31.05.2010; 2♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 4♂, там же, дно потяжины, 29.04–20.05.2012; 3♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.05–25.07.2012; 8♂, 9♀, там же, дно оврага, 27.04–12.07.2012; 9♂, 8♀, там же, посадки, 27.04–12.07, 9–16.08.2012; 13♂, 10♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 28.04–26.07.2012; 3♂, там же, родник, 31.05–7.06.2012; 1♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 1–9.05.2012.

Callilepis nocturna (Linnaeus, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 1.05–18.06.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 4–23.05.2012; 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 4–22.06.2013.

Drassodes caspius (Ponomarev et Tsvetkov, 2006)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011.

Drassodes lapidosus (Walckenaer, 1802)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 3♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♂, там же, пойменный луг, 22.05–4.06.2013; 4♂, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 2♂, 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс

ВНИАЛМИ, пырейник, 9.04–22.05.2012; 20♂, 5♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14.04–23.05.2012; 1♂, там же, родник, 23–30.05.2012; 16♂, 3♀, там же, посадки, 19.04–13.06.2012; 3♂, 3♀, там же, дно оврага, 19.04–30.05.2012; 4♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник 9–22.05.2012; 9♂, 10♀, там же, степь, 23.04–25.06.2012; 8♂, 3♀, там же, лес, 23.04–18.06.2012; 14♂, 9♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15.04–22.06.2012; 14♂, там же, бровка оврага, 15.04–12.05.2012; 12♂, 2♀, там же, бровка оврага, 28.04–22.06.2012; 12♂, 5♀, там же, родник, 20.04–4.07.2012; 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 12–18.06.2012; 2♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 3♂, там же, бровка потяжины, 29.04–6.05.2012.

Drassodes pubescens (Thorell, 1856)

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 18♂, 7♀, там же, пойменный луг, 22.05–22.06.2013; 5♂, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 2♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 6–20.05.2012; 3♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 12.06–30.07.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 16–22.05.2012; 5♂, там же, родник, 11.05–22.06.2012.

Drassodes rostratus (Esyunin et Tuneva, 2002)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 28.05–3.06.2012.

Drassodes villosus (Thorell, 1856)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 20–27.05.2012; 2♂, там же, дно потяжины, 28.05–24.06.2012; 3♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 31.05–4.07.2012.

Drassyllus lutetianus (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волго-Донской судоходный канал вблизи Волгограда, луг с тростником, 4–18.06.2011; 2♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 20.05–15.07.2012.

Drassyllus praeficus (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♀, Трёхостровская, при-

родный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 4♀, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013; 1♂, 2♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 22.05–13.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 6–14.06.2012; 4♂, 4♀, там же, родник, 16.05–22.06.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 23–30.05.2012; 1♂, 1♀, там же, посадки, 10.05–13.06.2012.

Drassyllus pusillus (C.L. Koch, 1833)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 30.05–6.06.2011; 6♂, 2♀, там же, внутренний двор, 8.05–21.06.2012; 1♂, там же, пырейник, 29.05–4.06.2012; 6♂, 2♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–1.07.2012; 54♂, 7♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 1.05–12.06.2012; 7♂, 1♀, там же, лес, 29.05–18.06.2012; 6♂, 2♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 28.04–4.07.2012; 16♂, 6♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 4.05–3.07.2012.

Drassyllus sur (Tuneva et Esyunin, 2003)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 24–30.05.2012; 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 12–18.06.2012.

Drassyllus vinealis (Kulczyński in Chyzer et Kulczyński, 1897)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4–10.05.2012; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 5–12.07.2012.

Gnaphosa cumensis (Ponomarev, 1981)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 31.05–7.06.2012.

Gnaphosa dolosa (O. Herman, 1879)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 2♂, там же, берег канала, 10–17.06.2012; 2♂, там же, дно потяжины, 3.06–15.07.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 14–22.05.2012; 4♂, Волгоград, ВЗБТ, родник 5.05–27.06.2012.

Gnaphosa leporina (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 1♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика,

13–22.06.2011; 1♀, окр. Волжского, лесополоса, 06.2010; 4♂, 2♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 30.04–2.07.2012; 1♂, там же, внутренний двор, 21–27.06.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 23.04–1.05.2012; 2♂, там же, лес, 14.05–4.06.2012; 9♂, 3♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 11.05–10.08.2012; 17♂, 3♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 19.04–21.06, 3.07–1.08.2012; 3♂, 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–22.06.2013.

Gnaphosa licenti (Schenkel, 1953)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 20.05–10.06.2012; 22♂, 2♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 1.05–30.07.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 19.06–2.07.2012; 4♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 31.05–27.06.2012; 24♂, там же, бровка оврага, 5.05–22.06.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 5–13.06.2012.

Gnaphosa lucifuga (Walckenaer, 1802)*

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, 1♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 37♂, 6♀, там же, бровка потяжины, 29.04–29.07.2012; 9♂, 1♀, там же, дно потяжины, 6.05–15.07.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка, 3–12.07.2012; 1♂, там же, дно оврага, 3–12.07.2012; 2♂, там же, посадки, 30.05–26.06.2012; 5♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 29.05–2.07.2012; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 28.04–22.05.2012.

Gnaphosa mongolica (Simon, 1895)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 4♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 7♂, 1♀, там же, бровка потяжины, 6.05–1.07.2012; 1♂, 2♀, там же, дно потяжины, 3.06–1.07.2012; 3♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 5.05–7.06.2012; 1♂, там же, родник, 14–22.06.2012

Gnaphosa steppica (Ovtsharenko, Platnick et Song, 1992)

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 23.05–5.06.2012; 2♂, там же, дно оврага, 27.04–13.06.2012.

Gnaphosa taurica (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♀, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 22.05–4.06.2012; 6♂, 4♀, там же, степь, 1.05–25.06.2012; 9♂, 5♀, там же, лес, 1.05–18.06.2012; 22♂, 12♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 20.04–10.08.2012; 10♂, там же, бровка оврага, 28.04–16.05.2012; 20♂, 8♀, там же, родник, 28.04–1.08.2012; 5♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 4.05–13.06.2012; 34♂, 13♀, там же, посадки, 19.04–3.07.2012; 10♂, 2♀, там же, дно оврага, 27.04–26.06.2012; 4♂, там же, бровка оврага, 27.04–4.05.2012.

Haplodrassus cognatus (Westring, 1861)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 14–22.05.2012.

Haplodrassus dalmatensis (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 2♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 25.05–4.06.2012; 1♂, там же, внутренний двор, 14–22.05.2012; 3♂, 2♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.05–21.06.2012; 4♂, там же, посадки, 23.05–5.06.2012; 5♂, 1♀, там же, дно оврага, 12–30.05.2012; 3♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 9.04–4.06.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 24.05–14.06.2012; 4♂, там же, бровка оврага, 16.05–7.06.2012; 3♂, 1♀, там же, родник 24.05–7.06.2012; 3♂, 3♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6.05–1.07.2012; 12♂, там же, дно потяжины, 6.05–10.06.2012.

Haplodrassus isaevi (Ponomarev et Tsvetkov, 2006)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 29.04–20.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 27.04–4.05.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 4–9.04.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012; 1♂, 1♀, там же, родник, 15.04–25.05.2012.

Haplodrassus kulczynskii (Lohmander, 1942)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, там же, дно потяжины, 20–27.05.2012; 6♂, 3♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.04–16.05.2012; 3♂, там же, бровка оврага, 28.04–12.05.2012; 2♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 19–27.04.2012; 7♂, 1♀, там же, посадки, 27.04–15.05.2012.

Haplodrassus minor (O. Pickard-Cambridge, 1879)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 28.05–17.06.2012.

Haplodrassus signifer (C.L. Koch, 1839)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 30.04–8.05.2012; 2♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4–30.05.2012; 2♂, там же, посадки, 4–15.05.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 23.04–9.05.2012; 2♂, 3♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5.05–4.07.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6–20.05.2012; 6♂, 2♀, там же, дно потяжины, 29.04–27.05.2012.

Haplodrassus silvestris (Blackwall, 1833)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 5♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 1.05–12.06.2012; 1♀, там же, лес, 12–18.06.2012.

Haplodrassus umbratilis (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 10♂, 2♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 9–22.05.2012; 2♂, 2♀, там же, лес, 9.05–30.07.2012.

Leptodrassex memorialis (Spassky, 1940)*

Материал. Волгоградская обл.: 4♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 30.05–25.07.2012; 1♂, 1♀, там же, посадки, 23.05–21.06.2012; 1♀, там же, дно оврага, 21–26.06.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 23.04–1.05.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 24.05–14.06.2012.

Micaria bosmansii (Kovblyuk et Nadolny, 2008)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины,

3–10.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 6–14.06.2012.

Замечание. Вторая находка вида на территории России, отмечался в Ростовской области (Пономарёв, Дванденко, 2012)**2.

Micaria dives (Lucas, 1846)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, огород, 8.05.2010; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 31.05–7.06.2012.

Micaria formicaria (Sundevall, 1831)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 2♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 21.07–10.08.2012.

Micaria fulgens (Walckenaer, 1802)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Micaria lenzi (Bösenberg, 1899)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 1–9.05.2012.

Micaria pulicaria (Sundevall, 1831)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 20.05–29.07.2012; 10♂, 10♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 9.04–9.08.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 27.06–4.07.2012; 3♂, 6♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 19.04–5.06.2012; 1♂, там же, бровка оврага, 14–19.04.2012.

Micaria rossica (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 29.04–22.07.2012; 4♂, 1♀, там же, дно потяжины, 29.04–10.06.2012; 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 29.05–4.06.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 29.05–4.06.2012; 1♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 29.05–4.06.2012; 4♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 5.06–19.07.2012.

Nomisia aussereri (L. Koch, 1872)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 19.09.2012; 2♂, Волгоград, овраг

Проломный, бровка оврага, 9–22.08.2012; 1♂, там же, дно оврага, 7.09.2012; 4♂, 2♀, там же, посадки, 9.08–7.09.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 14–22.08.2012; 6♂, 3♀, там же, степь, 14.08–6.09.2012; 3♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 7.09.2012; 1♂, 1♀, там же, бровка оврага, 10.08–7.09.2012; 4♂, там же, родник, 10–16.08.2012; 3♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 5–12.08.2012; 3♂, там же, бровка потяжины, 5–12.08.2012.

Phaeoecedus braccatus (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 31.05–7.06.2012.

Talanites strandi (Spassky, 1940)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 3–12.07.2012.

Trachyzelotes malkini (Platnick et Murphy, 1984)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волго-Донской судоходный канал вблизи Волгограда, луг с тростником, 4–18.06.2011; 1♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 10–17.06.2012; 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 14–22.05.2012; 1♂, там же, внутренний двор, 14–22.05.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 10–23.05.2012; 1♂, 1♀, там же, дно оврага, 30.05–3.07.2012; 1♂, там же, родник, 23–30.05.2012; 3♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 16.05–22.06.2012.

Zelotes atrocaeruleus (Simon, 1878)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 20–25.05.2012; 1♂, 1♀, там же, бровка потяжины, 6.05–24.06.2012; 2♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4–23.05.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 16.05–7.06.2012; 4♂, 6♀, там же, родник, 6–27.06.2012; 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Zelotes aurantiacus (Miller, 1967)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 9–14.05.2012.

Zelotes caucasius (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Трёхостровская, природный парк «Донской»,

опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 2♂, 9♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 7♂, 9♀, там же, бровка потяжины, 3.06–15.07.2012; 3♂, 12♀, там же, дно потяжины, 20.05–12.08.2012; 6♂, 2♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 4.06–10.07.2012; 1♂, 2♀, там же, внутренний двор, 4.06–6.08.2012; 14♂, 4♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.05–19.07.2012; 6♂, 20♀, там же, дно оврага, 12.05–2.08.2012; 5♂, 6♀, там же, посадки, 5.06–19.07.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 14.05–25.06.2012; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 5.05–22.06.2012; 8♂, 12♀, там же, бровка оврага, 6.06–10.08.2012; 7♂, 7♀, там же, родник, 6.06–6.09.2012.

Zelotes electus (C.L. Koch, 1839)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 30.05–6.06.2011; 1♂, 1♀, там же, пырейник, 16.04–8.05.2012; 1♂, 1♀, там же, внутренний двор, 22.05–13.06.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 4–10.05.2012; 2♀, там же, посадки, 19.04–22.05.2012; 1♂, 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♀, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013.

Zelotes gracilis (Canestrini, 1868)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 22–29.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 24–30.05.2012.

Zelotes kukushkini (Kovblyuk, 2006)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♂, там же, пойменный луг, 22.05–4.06.2013; 1♂, 1♀, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 22–29.07.2012; 17♂, 9♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 16.04–12.06.2012; 6♂, 7♀, там же, лес, 23.04–21.09.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 14–22.06.2012; 3♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 21.05–19.07.2012.

Zelotes longipes (L. Koch, 1866)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс

ВНИАЛМИ, пырейник, 19.09.2012; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 7.09.2012; 4♂, 2♀, там же, родник, 6.09–3.10.2012; 2♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 7.09.2012; 3♀, там же, посадки, 14–27.04, 7.09.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 28.07–5.08.2012.

Zelotes mundus (Kulczyński in Chyzer et Kulczyński, 1897)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 16♂, 5♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 3.06–29.07.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 24–30.05.2012.

Zelotes occultus (Tuneva et Esyunin, 2003)*

Материал. Волгоградская обл.: 11♂, 5♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 1.05–18.06.2012; 2♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Замечание. Вид известен из Оренбургской области, описан по самцам (Tuneva, Esyunin, 2003). В нашем материале имеются самки, несомненно относящиеся к этому виду. Описание самок будет дано в отдельной статье.

Zelotes orenburgensis (Tuneva et Esyunin, 2003)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 27.04–4.05.2012; 1♂, там же, дно оврага, 23–30.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 6–14.06.2012.

Zelotes prishutovae (Ponomarev et Tsvetkov, 2006)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 10–17.06.2012; 3♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.05–5.06.2012; 1♂, 1♀, там же, дно оврага, 4.05–12.07.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 13–21.07.2012.

Zelotes pseudogallicus (Ponomarev, 2007)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♂, 1♀, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 2♂, 2♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 17.06–5.08.2012; 1♀,

Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 30.05–6.06.2011; 1♂, там же, пырейник, 30.04–8.05.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 23.04–1.05.2012; 1♂, там же, лес, 9–14.05.2012; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 20.04–4.07.2012; 5♂, там же, родник, 28.04–22.06.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 3–12.07.2012.

Zelotes puritanus (Chamberlin, 1922)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 19–25.06.2012.

Zelotes segrex (Simon, 1878)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 1♀, там же, бровка потяжины, 3–10.06.2012; 1♂, 2♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 21–27.06.2012; 4♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.05–12.07.2012; 11♂, 1♀, там же, дно оврага, 5.06–19.07.2012; 1♀, там же, посадки, 3–12.07.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 22.05–18.06.2012; 5♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 28.04–22.06.2012.

Семейство Linyphiidae

Agyneta rurestris (C.L. Koch, 1836)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 12–21.06.2012; 1♀, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 1♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 4–9.04.2012.

Agyneta saaristoi (Tanasevitch, 2000)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 17.06–8.07.2012; 6♂, 5♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 14.05–21.06.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 27.04–4.05.2012; 1♂, там же, родник, 21–26.05.2012; 1♂, там же, посадки, 4–10.05.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 14–22.06.2012; 3♂, там же, родник, 15.04–5.05.2012.

Centromerus sylvaticus (Blackwall, 1841)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 1–9.05.2012.

Ceratinella brevis (Wider, 1834)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 16–23.04.2012.

Diplostyla concolor (Wider, 1834)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♂, 1♀ Варваровское водохранилище, берег канала, 28.05–29.07.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 27.04–4.05.2012.

Ira terrenus (L. Koch, 1879)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 4–13.06.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 20–27.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 24–30.05.2012.

Linyphia triangularis (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 14–22.08.2012.

Mecopisthes peusi (Wunderlich, 1972)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 23.04–1.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 14–19.04.2012.

Megalephyphantes nebulosus
(Sundevall, 1830)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 4–10.05.2012.

Micrargus laudatus
(O. Pickard-Cambridge, 1881)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 14–19.04.2012.

Microlinyphia impigra
(O. Pickard-Cambridge, 1871)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 10–17.06.2012.

Microlinyphia pusilla (Sundevall, 1830)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 1–8.07.2012; 1♂, там же, бровка потяжины, 29.04–6.05.2012.

Nerienne clathrata (Sundevall, 1830)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 28.07–5.08.2012; 3♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 19.04–10.05.2012; 1♂, там же, бровка оврага, 14–19.04.2012.

Oedothorax apicatus (Blackwall, 1850)*

Материал. Волгоградская обл.: 5♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–5.08.2012.

Pelecopsis parallela (Wider, 1834)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 17.06–22.07.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15–22.04.2012; 4♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 23–30.05, 19–25.07.2012.

Porrhomma pygmaeum (Blackwall, 1834)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 23–30.05.2012.

Stemonyphantes lineatus
(Linnaeus, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–20.05.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 14–22.06.2012.

Tenuiphantes flavipes (Blackwall, 1854)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 4–13.06.2012.

Trichoncus villius (Tanasevitch et Piterkina, 2007)**

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 20–28.04.2012.

Замечание. Вид известен из Западного Казахстана (Tanasevitch, Piterkina, 2007).

Trichopterna cito
(O. Pickard-Cambridge, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 22–29.05.2012.

Подсемейство Erigoninae gen. sp.

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011.

Семейство *Liocranidae*

Agroeca cuprea Menge, 1873*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИ-АЛМИ, пырейник, 16–23.04.2012; 1♂, 8♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 4.04–22.05; 17.10.2012; 1♀, там же, степь, 4–9.04.2012; 1♂, там же, лес, 9–16.04.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 18.10.2012; 4♂, 5♀, там же, родник, 5.05–26.07, 3–18.10.2012; 2♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 21.05–3.07.2012; 1♀, там же, посадки, 19–27.04.2012.

Agroeca lusatica (L. Koch, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 16–23.04.2012; 9♂, 15♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–13.09.2012.

Agroeca maculata (L. Koch, 1879)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 4–22.06.2013.

Liocranoea spasskyi (Ponomarev, 2007)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 5♂, 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 6.05–15.07.2012.

Семейство *Lycosidae*

Allohogna singoriensis (Laxmann, 1770)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Голодный, 05.2008; 1♂, там же, 1–10.10.2010.

Alopecosa aculeata (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 14–22.05.2012; 3♂, 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 4–22.06.2013.

Alopecosa cuneata (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012.

Alopecosa cursor (Hahn, 1831)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 1♂, 8♀, там же, бровка потяжины, 29.04–17.06.2012; 9♂, 25♀, там же, дно потяжины, 29.04–24.06.2012; 52♂, 29♀,

Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14.04–21.06.2012; 13♂, 15♀, там же, дно оврага, 14.04–13.06.2012; 8♂, 1♀, там же, посадки, 19.04–4.05.2012; 46♂, 2♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–25.05.2012; 2♂, там же, сосняк, 20–28.04.2012; 81♂, 40♀, там же, бровка оврага, 15.04–7.06.2012; 6♂, 6♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 16.04–4.06.2012; 1♂, там же, лес, 14–22.05.2012.

Alopecosa pulverulenta (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 12♂, 7♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.04–13.07.2012; 5♂, 6♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–22.06.2013; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 27.04–4.05.2012.

Alopecosa schmidtii (Hahn, 1835)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19–27.04.2012; 1♂, там же, дно оврага, 27.04–4.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012.

Alopecosa steppica (Ponomarev, 2007)*

Материал. Волгоградская обл.: 14♂, 9♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–22.06, 10.08–18.10.2012.

Alopecosa sulzeri (Pavesi, 1873)

Материал. Волгоградская обл.: 19♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 1–29.05.2012; 2♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Alopecosa taeniopus (Kulczyński, 1895)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 6–20.05.2012; 2♂, 1♀, там же, дно потяжины, 29.04–1.07.2012; 1♀, там же, бровка потяжины, 10–17.06.2012; 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИ-АЛМИ, внутренний двор, 30.05–6.06.2011; 26♂, 6♀, там же, пырейник, 3.04–28.09.2012; 1♀, там же, внутренний двор, 9–16.04.2012; 7♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14–27.04.2012; 25♂, 18♀, там же, посадки, 14.04–16.08.2012; 2♂, 2♀, там же, дно оврага, 14.04–30.05.2012; 3♂, 3♀, Волгоград,

Григорова балка, родник, 4.04–22.05.2012; 4♂, 1♀, там же, степь, 9–16.04.2012; 3♂, 1♀, там же, лес, 16.04–21.09.2012; 2♂, 6♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 11.05–18.10.2012; 8♂, 3♀, там же, бровка оврага, 15.04–22.05.2012; 2♂, 15♀, там же, родник, 11.05–27.06, 6.09–18.10.2012; 3♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Alopecosa trabalis (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 22♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 32♂, 4♀, там же, опушка нагорнобайрачного леса, 4–26.06.2013; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 31.05–7.06.2012.

Arctosa cinerea (Fabricius, 1777)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Голодный, 10.2010.

Arctosa leopardus (Sundevall, 1832)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 2♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», 31.05.2010; 1♂, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013; 6♂, 12♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–15.07.2012.

Caspicosa manytchensis (Ponomarev, 2007)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 28.04–5.05.2012.

Lycosa praegrandis (C.L. Koch, 1836)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Варваровское водохранилище, судоходный канал, 08.2009; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15–21.06.2012; 1♀, там же, дно оврага, 26.06–3.07.2012; 3♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 12–25.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 21–26.07.2012.

Mustelicosia dimidiata (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 22.05–10.07.2012; 1♂, Волгоград, Лысяя гора, песчаная степь, 12–18.06.2012.

Pardosa agrestis (Westring, 1861)

Материал. Волгоградская обл.: 17♂, 6♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 25♂, 12♀, Варваровское водохрани-

лище, берег канала, 29.04–22.07.2012; 3♂, 2♀, там же, дно потяжины, 29.04–10.06.2012; 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 30.05–4.06.2012; 2♂, Волгоград, Лысяя гора, песчаная степь, 9.05–4.06.2012; 18♂, 2♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5.05–4.07.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 10–15.05.2012.

Pardosa alacris (C.L. Koch, 1833)*

Материал. Волгоградская обл.: 973♂, 71♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 16.04–12.06.2012; 257♂, 27♀, там же, лес, 16.04–18.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 16–22.05.2012; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–4.06.2013.

Pardosa italica (Tongiorgi, 1966)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 29.04–6.05.2012.

Pardosa luctinosa (Simon, 1876)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 3♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 6.05–17.06.2012.

Pardosa lugubris (Walckenaer, 1802)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», 06.2009; 4♀, там же, опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♂, там же, пойменный луг, 22.05–4.06.2013; 2♂, 2♀, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 4♂, 9♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 3♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 8–22.05.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 14–22.05.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 5.05–7.06.2012; 34♂, 4♀, там же, родник, 28.04–14.06.2012; 70♂, 15♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 19.04–13.06.2012; 2♂, 1♀, там же, посадки, 10.05–13.06.2012.

Pardosa nebulosa (Thorell, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011.

Pardosa paludicola (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 16–23.04.2012; 1♂, 3♀, Волгоград, ВЗБТ, родник,

15–28.04.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–6.05.2012.

Pardosa plumipes (Thorell, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 29.04–10.06.2012.

Pardosa pontica (Thorell, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волго-Донской судоходный канал вблизи Волгограда, луг с тростником, 4–18.06.2011.

Pardosa prativaga (L. Koch, 1870)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 8♂, 1♀, Волго-Донской судоходный канал вблизи Волгограда, луг с тростником, 4–18.06.2011; 61♂, 83♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–22.07.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5–12.05.2012.

Pirata piraticus (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, о. Сарпинский, 07.2009; 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 11♂, 20♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–2.09.2012.

Piratula hygrophila (Thorell, 1872)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 6–20.05.2012; 6♂, 7♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.04–14.06.2012.

Tricca lutetiana (Simon, 1876)*

Материал. Волгоградская обл.: 9♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 6♂, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Trochosa robusta (Simon, 1876)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 5–13.06.2012; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–4.06.2013.

Trochosa ruricola (De Geer, 1778)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 2♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♂, Волго-Донской судоходный

канал вблизи Волгограда, луг с тростником, 4–18.06.2011; 38♂, 53♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–2.09.2012; 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 9–16.04.2012; 1♂, там же, лес, 4–9.09.2012; 40♂, 5♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–6.09.2012; 46♂, 10♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 19.04–19.07.2012; 1♂, там же, посадки, 15–22.05.2012; 2♀, там же, дно оврага, 19–27.04.2012; 11♂, там же, бровка оврага, 14–19.04.2012; 3♂, 2♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–4.06.2013; 3♂, 11♀, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013.

Trochosa terricola (Thorell, 1856)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♂, 5♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 1♂, 8♀, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013; 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 22–29.05.2012; 208♂, 25♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 9.04–17.10.2012; 8♂, 1♀, там же, степь, 4–9.04.2012; 102♂, 18♀, там же, лес, 9.04–21.09.2012; 34♂, 6♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5.04–18.10.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 14–19.04.2012; 1♂, там же, родник, 19–27.04.2012.

Xerolycosa miniata (C.L. Koch, 1834)*

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, 1♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 2♂, 1♀, там же, дно потяжины, 28.05–15.07.2012; 12♂, 3♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 14.05–6.08.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 4–12.06.2012; 47♂, 23♀, Волгоград, ВЗБТ, родник 28.04–10.08.2012; 2♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 5.06–12.07.2012; 1♀, там же, посадки, 5–13.06.2012; 5♂, 2♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–22.06.2013.

Семейство Mimetidae

Ero aphana (Walckenaer, 1802)*

Материал. 1♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 4.06–13.07.2012; 1♀, Трёхо-

стровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Ero cambridgei (Kulczyński, 1911)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–6.05.2012.

Ero koreana (Paik, 1967)

Материал. Волгоградская обл.: 2♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 15.07–8.07.2012; 1♀, там же, дно потяжины, 22–29.07.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 23–30.05.2012; 3♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 31.05–27.06.2012; 1♂, там же, бровка оврага, 14–22.06.2012.

Семейство Miturgidae

Cheiracanthium elegans (Thorell, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 24–30.05.2012.

Cheiracanthium gratum (Kulczyński, 1897)*

Материал. Волгоградская обл.: 6♂, 6♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 22.05–30.07, 11–21.09.2012.

Замечание. Вид известен только по самцам. На территории юго-востока Русской равнины отмечался в Калмыкии и Западном Казахстане (Цветков и др., 2006). В нашем материале имеются самки, несомненно, относящиеся к этому виду. Описание самок будет дано в отдельной статье.

Cheiracanthium virescens (Sundevall, 1832)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 19–27.04.2012.

Семейство Oxyopidae

Oxyopes globifer (Simon, 1876)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 1♀, там же, бровка потяжины, 1–8.07.2012; 3♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 2–10.07.2012; 4♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 19.06–10.07.2012.

Oxyopes heterophthalmus (Latreille, 1804)

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15–30.05.2012; 1♂, 1♀, там же, дно оврага,

30.05–13.06.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 14.05–4.06.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 24–30.05.2012; 1♂, 1♀, там же, родник, 27.06–4.07.2012.

Oxyopes lineatus (Latreille, 1806)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 2–10.07.2012; 1♂, 3♀, там же, внутренний двор, 12.06–30.07.2012; 2♀, Волгоград, Григорова балка, родник 30.07–9.08.2012; 2♂, там же, лес, 12–18.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 6–14.06.2012; 1♂, там же, бровка оврага, 31.05–7.06.2012; 1♀, там же, родник, 21–26.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 21–26.05.2012; 2♂, 1♀, там же, дно оврага, 30.05–12.07.2012; 1♂, там же, посадки, 5–13.06.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 24.06–1.07.2012.

Семейство Philodromidae

Philodromus cespitum (Walckenaer, 1802)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 14–22.05.2012.

Philodromus dispar (Walckenaer, 1826)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 29.05–4.06.2012; 4♂, 1♀, там же, лес, 9–22.05.2012.

Philodromus histrio (Latreille, 1819)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14–27.04.2012; 1♂, 2♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 16.04–22.05.2012; 2♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 23.04–18.06.2012.

Thanatus arenarius (Thorell, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», 31.05.2010; 1♀, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013; 1♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 6–20.05.2012; 1♂, там же, бровка потяжины, 6–20.05.2012; 32♂, 1♀, там же, дно потяжины, 29.04–10.06.2012; 21♂, 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 30.04–29.05.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4–23.05.2012; 33♂, 2♀, там же, дно оврага, 27.04–13.06.2012; 77♂, 3♀, там же, посадки,

27.04–21.06.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник 9–14.05.2012; 40♂, 4♀, там же, степь, 23.04–29.05.2012; 13♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 5–30.05.2012; 45♂, 5♀, там же, бровка оврага, 28.04–14.06.2012; 44♂, 2♀, там же, родник, 28.04–7.06.2012.

Thanatus imbecillus (L. Koch, 1878)*

Материал. Волгоградская обл.: 18♂, 5♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4.05–13.06.2012; 8♂, там же, дно оврага, 4–23.05.2012; 1♂, там же, посадки, 30.05–5.06.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 14–22.05.2012; 5♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 5–16.05.2012; 1♂, там же, родник, 5–12.05.2012.

Thanatus oblongiusculus (Lucas, 1846)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 31.05–7.06.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 30.05–5.06.2012; 2♂, там же, посадки, 5–13.06.2012.

Thanatus pictus (L. Koch, 1881)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 21–28.09.2012; 1♀, Волгоград, Лысая гора, родник 4–9.04.2012; 3♂, 2♀, там же, песчаная степь, 8.04–9.05, 2–17.10.2012; 5♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 11.09–17.10.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012; 16♂, 2♀, там же, бровка оврага, 3–18.10.2012; 7♂, там же, родник, 3–18.10.2012.

Thanatus vulgaris (Simon, 1870)

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 21.06–2.07.2012; 4♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 17.06–15.07.2012; 1♀, овраг Проломный, бровка оврага, 3–12.07.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 14–22.06.2012; 1♂, там же, родник, 21–26.07.2012; 4♂, 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 4.06–10.07.2012.

Семейство Pholcidae

Pholcus opilionoides (Schrank, 1781)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011.

Семейство Pisauridae

Dolomedes fimbriatus (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, о. Сарпинский, 07.2009.

Pisaura mirabilis (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 14–22.05.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 14.05–4.06.2012; 1♂, там же, лес, 4–12.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 11–16.05.2012; 3♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 10–30.05.2012; 1♂, 2♀, там же, посадки, 15.05–13.06.2012; 1♀, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012.

Pisaura novicia (L. Koch, 1878)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 4♂, 4♀, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 8♂, 4♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 23.04–29.05.2012; 22♂, 6♀, там же, внутренний двор, 23.04–13.06.2012; 30♂, 9♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 23.04–12.06, 30.07–9.08.2012; 20♂, 15♀, там же, лес, 1.05–18.06.2012; 23♂, 9♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.04–22.06.2012; 1♂, там же, сосняк, 28.04–5.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 23–30.05.2012; 2♀, там же, посадки, 5–13.06.2012; 2♂, там же, родник, 15–23.05.2012.

Семейство Salticidae

Aelurillus m-nigrum (Kulczyński in Chyzer et Kulczyński, 1891)*

Материал. Волгоградская обл.: 10♂, 11♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14.04–26.06, 7–21.09.2012; 1♂, 1♀, там же, дно оврага, 12.05, 7.09.2012; 2♂, 2♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15.04–30.05, 7–13.09.2012.

Aelurillus v-insignitus (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 2♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 6♂, 3♀, там же, бровка потяжины, 29.04–17.06.2012; 3♂, там же, дно потяжины, 6.05–3.06.2012; 2♂, 3♀, Волгоград,

Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 3.04–19.09.2012; 4♂, 1♀, овраг Проломный, бровка оврага, 19.04–10.05, 13–21.09.2012; 11♂, 7♀, там же, дно оврага, 14.04–19.07, 7–21.09.2012; 2♂, там же, посадки, 4–10.05, 7.09.2012; 1♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 2–10.07.2012; 7♂, 4♀, там же, степь, 9.04–18.06.2012; 25♂, 13♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15.04–4.07.2012; 1♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 1–9.05.2012.

Aelurillus sp.

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 5♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15.04–14.06, 3.10.2012; 4♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 19.04–3.07.2012.

Замечание. Вид близок к *A. v-insignitus*. Таксономическому статусу наших экземпляров будет посвящена отдельная статья.

Asianellus festivus (C.L. Koch, 1834)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 16–23.04.2012; 6♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14.04–13.06.2012; 3♂, 6♀, там же, дно оврага, 14.04–26.06, 13–21.09.2012; 18♂, 6♀, там же, посадки, 14.04–12.07, 9.08–21.09.2012; 3♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15.04–12.05.2012; 11♂, 1♀, там же, сосняк, 28.04–10.08, 3.10.2012; 5♂, там же, бровка оврага, 20.04–22.05.2012; 9♂, там же, родник, 15.04–4.07.2012.

Ballus chalybeius (Walckenaer, 1802)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 14–22.05.2012; 2♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 5–13.06.2012.

Chalcoscirtus nigrinus (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 4–10.05.2012.

Euophrys frontalis (Walckenaer, 1802)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, 04.2009; 3♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 1–10.08.2012; 1♀, там же, родник, 22–27.06.2012; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–4.06.2013; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 9–16.08.2012.

Evarcha arcuata (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», 7.07.2009; 1♀, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 14–22.06, 6.09.2012.

Heliophanus auratus (C.L. Koch, 1835)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, судоходный канал, 1.05.2009.

Heliophanus cupreus (Walckenaer, 1802)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, 16.07.2009; 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 4–13.06.2012; 1♀, там же, внутренний двор, 21–27.06.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 9.05–4.06.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 6–14.06.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 23–30.05.2012.

Heliophanus flavipes (Hahn, 1832)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5.05–22.06.2012.

Marpissa muscosa (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, 06.2009; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 5–13.06.2012.

Pellenes allegrii (Caporiacco, 1935)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 29.04–20.05.2012; 1♂, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 1–9.05.2012; 2♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 23.05–5.06.2012; 1♂, там же, посадки, 30.05–5.06.2012.

Pellenes epularis

(O. Pickard-Cambridge, 1872)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 25.06–2.07.2012.

Pellenes nigrociliatus (Simon in L. Koch, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 14–22.05.2012; 3♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.05–26.06.2012; 2♀, Волгоград, Григорова

балка, степь, 2–30.07.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 24–30.05.2012; 5♂, 1♀, там же, бровка оврага, 5–22.05, 21–26.07.2012; 2♂, там же, родник, 28.04–12.05.2012; 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 9–14.05.2012; 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 10–17.06.2012; 1♀, там же, дно потяжины, 3–10.06.2012.

Pellenes seriatus (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, 15–20.07.2008; 1♂, 1♀, там же, дно потяжины, 29.04–6.05.2012; 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 30.04–8.05.2012; 6♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 23.04–22.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15–12.05.2012; 6♂, там же, бровка оврага, 15.04–12.05.2012; 7♂, там же, родник, 28.04–7.06.2012; 3♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 27.04–22.05.2012; 6♂, там же, дно оврага, 19.04–15.05.2012.

Phlegra bicognata (Azarkina, 2003)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 10–17.06.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19.04–13.06, 13–21.09.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012.

Phlegra fasciata (Hahn, 1826)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 27.06–2.07.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 2–10.07.2012.

Pseudeuophris obsoleta (Simon, 1868)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 4–12.06.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15.05–13.07.2012; 2♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 10–15.05, 3–12.07.2012.

Sitticus dzieduszyckii (L. Koch, 1870)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 19–27.04, 26.06–3.07.2012; 2♀, там же, бровка оврага, 14–19.04.2012.

Sitticus penicillatus (Simon, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 14–22.06.2012.

Sitticus saltator (Simon, 1868)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 20–28.04.2012.

Sitticus zimmermanni (Simon, 1877)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 1–8.07.2012; 2♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, лес, 16.04–18.06.2012; 3♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 21.07–4.07.2012; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–4.06.2013.

Synageles venator (Lucas, 1836)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, дача, тростник (*Phragmites australis*), 05.2009.

Talavera aequipes (O. Pickard-Cambridge, 1871)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 8–14.05.2012; 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 6–14.06.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 12–15.05.2012.

Talavera krocha (Logunov et Kronstedt, 2003)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 4–13.06.2012; 1♂, 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 24–30.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 12–15.05.2012.

Talavera petrensis (C.L. Koch, 1837)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 17–24.06.2012; 1♂, 2♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6.05–8.07.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 11–22.05.2012; 1♀, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 5–13.06.2012.

Yllenus arenarius (Menge in Simon, 1868)

Материал. Волгоградская обл.: 32♂, 31♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 4.04–2.07, 14.08–21.09.2012.

Семейство Sparassidae

Micrommata virescens (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011.

Семейство Tetragnathidae

Pachygnatha clercki (Sundevall, 1823)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 2♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 24.06–5.08.2012; 1♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 4–9.04.2012.

Pachygnatha degeeri (Sundevall, 1830)

Материал. Волгоградская обл.: 5♂, 3♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–10.08.2012.

Tetragnatha montana (Simon, 1874)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 30.05–5.06.2012.

Tetragnatha nigrita (Lendl, 1886)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник 22–29.05.2012.

Семейство Theridiidae

Asagena meridionalis (Kulczyński in Chyzer et Kulczyński, 1894)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 23–30.04.2012; 1♂, там же, внутренний двор, 30.04–8.05.2012; 11♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 16.04–14.05.2012; 36♂, 1♀, там же, лес, 1.05–9.09.2012; 8♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.04–5.05, 6.09–3.10.2012; 2♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 19.04–4.05.2012.

Asagena phalerata (Panzer, 1801)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5–12.05.2012.

Enoplognatha mordax (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 6–14.06.2012.

Enoplognatha oelandica (Thorell, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 29.04–6.05.2012.

Enoplognatha thoracica (Hahn, 1833)*

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, 3♀, Волгоград, Григорова балка, родник,

16.04–12.06.2012; 9♂, 2♀, там же, лес, 16.04–29.05.2012; 4♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.05–7.06.2012.

Euryopsis quinqueguttata (Thorell, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 5–12.05.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 14–19.04.2012.

Latrodectus tredecimguttatus (P. Rossi, 1790)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Варваровское водохранилище, 07.2009.

Parasteatoda lunata (Clerck, 1758)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, 06.2009.

Steatoda albomaculata (De Geer, 1778)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 25.06–2.07.2012; 1♂ juv., Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 4–10.05.2012.

Steatoda grossa (C.L. Koch, 1838)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, Волгоград, 04.2009.

Theridion cinereum (Thorell, 1875)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19.04–12.07.2012.

Theridion melanurum (Hahn, 1831)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15–12.05.2012.

Семейство Thomisidae

Heriaeus horridus (Tystshenko, 1965)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, окр. Волжского, 06.2010; 1♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 19–25.06.2012.

Heriaeus oblongus (Simon, 1918)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15.06–12.07.2012; 1♂, там же, дно оврага, 5–13.06.2012; 3♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 29.05–2.07.2012.

Ozyptila atomaria (Panzer, 1801)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Григорова балка, родник, 9–16.04.2012;

4♂, 4♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 15.04–22.05, 3–18.10.2012.

Ozyptila lugubris (Kroneberg, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 13–21.09.2012; 1♂, там же, посадки, 7–13.09.2012.

Ozyptila praticola (С.Л. Koch, 1837)*

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 23.04–12.06.2012; 34♂, 9♀, Волгоград, овраг Проломный, родник, 27.04–26.07.2012; 3♀, там же, посадки, 14–19.04.2012.

Ozyptila pullata (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19–27.04.2012; 4♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 15.04–5.05.2012.

Ozyptila scabricula (Westring, 1851)

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИ-АЛМИ, внутренний двор, 9.04–8.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012; 2♂, там же, родник, 15–22.04, 3.10.2012.

Ozyptila simplex (O. Pickard-Cambridge, 1862)*

Материал. Волгоградская обл.: 2♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 29.04–1.07.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 21–26.05.2012.

Pistius truncatus (Pallas, 1772)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 4–10.05.2012.

Xysticus acerbus (Thorell, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИ-АЛМИ, пырейник, 16–23.04.2012; 3♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 6–20.05.2012; 1♂, там же, дно потяжины, 29.04–6.05.2012; 6♂, 1♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 14–27.04.2012; 3♂, там же, посадки, 14.04–4.05.2012; 6♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 15–22.04.2012; 11♂, там же, родник, 15.04–5.05.2012; 6♂, 2♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 9.04–22.05.2012.

Xysticus cristatus (Clerck, 1758)

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИ-АЛМИ, пырейник, 9–16.04.2012; 1♀, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 20–27.05.2012; 3♂, 1♀, там же, дно потяжины, 29.04–24.06.2012; 1♂, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19–27.04.2012; 1♂, там же, дно оврага, 19–27.04.2012; 2♂, там же, посадки, 14.04–4.05.2012; 1♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 20.04–28.04.2012; 3♂, 1♀, там же, бровка оврага, 15.04–30.05.2012; 2♂, 1♀, там же, родник, 11.05–14.06.2012; 2♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 9–23.04.2012.

Xysticus kochi (Thorell, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1♀, о. Сарпинский, бровка заливаемого ерика, 13–22.06.2011; 1♀, Варваровское водохранилище, степь, 2–10.07.2011; 4♂, 3♀, там же, бровка потяжины, 29.04–15.07.2012; 20♂, 12♀, там же, дно потяжины, 29.04–15.07.2012; 28♂, 6♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 16.04–13.06.2012; 92♂, 15♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19.04–15.06.2012; 69♂, 12♀, там же, посадки, 14.04–13.06.2012; 53♂, 9♀, там же, дно оврага, 14.04–30.05.2012; 29♂, 6♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 16.04–12.06.2012; 2♂, там же, лес, 9–22.05.2012; 1♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 4–12.06.2012; 20♂, 2♀, Волгоград, ВЗБТ, родник, 28.04–27.06.2012; 21♂, 6♀, там же, бровка оврага, 20.04–14.06.2012; 1♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 4–22.06.2013.

Xysticus lanio (С.Л. Koch, 1845)*

Материал. Волгоградская обл.: 1♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 16–22.05.2012.

Xysticus luctator (L. Koch, 1870)*

Материал. Волгоградская обл.: 128♂, 1♀, Волгоград, Григорова балка, родник, 23.04–12.06.2012; 14♂, 4♀, там же, лес, 23.04–9.08.2012; 3♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Xysticus marmoratus (Thorell, 1875)

Материал. Волгоградская обл.: 8♂, 2♀, Волгоград, Григорова балка, степь, 23.04–17.10.2012; 2♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 3–18.10.2012.

Xysticus mongolicus (Schenkel, 1963)*

Материал. Волгоградская обл.: 4 ♀, Волгоград, Лысая гора, песчаная степь, 8.04–12.06.2012.

Xysticus ninnii (Thorell, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, Волгоград, ВЗБТ, родник, 14–22.06.2012.

Xysticus robustus (Hahn, 1832)

Материал. Волгоградская обл.: 2 ♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 3 ♂, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 1 ♂, там же, пойменный луг, 4–22.06.2013; 1 ♂, Варваровское водохранилище, берег канала, 24.06–1.07.2012; 1 ♂, там же, бровка потяжины, 8–15.07.2012; 2 ♂, там же, дно потяжины, 24.06–8.07.2012; 1 ♂, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, внутренний двор, 10–16.07.2012; 1 ♂, Григорова балка, лес, 12–18.06.2012; 1 ♂, 1 ♀, там же, степь, 25.06–2.07.2012; 4 ♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 6.06–4.07.2012; 39 ♂, 1 ♀, там же, родник, 31.05–26.07.2012; 6 ♂, Волгоград, овраг Проломный, дно оврага, 5.06–2.08.2012; 11 ♂, там же, посадки, 30.05–19.07.2012.

Xysticus striatipes (L. Koch, 1870)*

Материал. Волгоградская обл.: 2 ♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 11.09–2.10.2012; 1 ♂, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 18.10.2012; 1 ♀, там же, бровка оврага, 16–22.05.2012; 2 ♂, там же, бровка оврага, 3–18.10.2012.

Семейство Titanoecidae

Nurscia albosignata (Simon, 1874)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, 1 ♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 21.06–10.07.2012; 41 ♂, 19 ♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 5.06–25.07.2012; 3 ♂, 2 ♀, там же, дно оврага, 21.06–25.07.2012; 5 ♂, 2 ♀, там же, посадки, 21.06–19.07.2012; 1 ♂, Волгоград, Григорова балка, степь, 2–10.07.2012; 10 ♂, 3 ♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 14.06–13.07.2012; 1 ♂, там же, родник, 4–13.07.2012; 1 ♂, Варваровское водохранилище, бровка потяжины, 24.06–1.07.2012; 4 ♂, там же, дно потяжины, 24.06–8.07.2012.

Titanoeca psammophila (Wunderlich, 1993)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 3–12.07.2012.

Titanoeca quadriguttata (Hahn, 1833)

Материал. Волгоградская обл.: 4 ♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–22.06.2013.

Titanoeca schineri (L. Koch, 1872)

Материал. Волгоградская обл.: 4 ♂, 1 ♀, Трёхостровская, природный парк «Донской», опушка байрачного леса, 6–15.07.2011; 3 ♂, там же, пойменный луг, 22.05–22.06.2013; 7 ♂, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013; 24 ♂, 1 ♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 22.05–10.07.2012; 20 ♂, 2 ♀, там же, внутренний двор, 14.05–19.09.2012; 6 ♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 4–18.06.2012; 5 ♂, 1 ♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 31.05–4.07.2012; 3 ♂, Волгоград, овраг Проломный, родник, 15.05–13.06.2012.

Titanoeca veteranica (O. Herman, 1879)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, 1 ♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 15–30.05.2012; 1 ♂, там же, посадки, 30.05–5.06.2012; 2 ♂, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 24.05–12.07.2012; 2 ♂, там же, родник, 5–25.05.2012.

Семейство Zodariidae

Zodarion thoni (Nosek, 1905)*

Материал. Волгоградская обл.: 4 ♂, 1 ♀, Волгоград, Лизиметрический комплекс ВНИАЛМИ, пырейник, 9.04–21.06.2012; 1 ♂, там же, внутренний двор, 2–10.07.2012; 5 ♂, 2 ♀, Волгоград, ВЗБТ, бровка оврага, 28.04–22.06.2012; 2 ♀, там же, родник, 15.04–16.05.2012; 3 ♂, 2 ♀, Волгоград, овраг Проломный, бровка оврага, 19.04–23.05.2012; 1 ♂, 1 ♀, там же, родник, 4.05–5.06.2012; 4 ♂, 4 ♀, там же, дно оврага, 14.04–19.07.2012; 7 ♂, 7 ♀, там же, посадки, 19.04–19.07.2012.

Семейство Zoridae

Zora armillata (Simon, 1878)*

Материал. Волгоградская обл.: 1 ♂, 1 ♀, Варваровское водохранилище, берег канала, 8–15.07.2011.

Zora pardalis (Simon, 1878)*

Материал. Волгоградская обл.: 3♂, Варваровское водохранилище, дно потяжины, 29.04–3.06.2012; 1♂, Волгоград, Григорова балка, лес, 9–14.–5.2012; 10♂, 7♀, Волгоград, ВЗБТ, сосняк, 20.04–10.08.2012; 40♂, 11♀, там же, родник, 20.04–1.08.2012; 7♂, 9♀, Волгоград, овраг Проломный, посадки, 19.04–26.06, 12.07–1.08.2012; 1♂, там же, дно оврага, 15–23.05.2012; 1♂, там же, родник, 3–12.07.2012; 1♂, Трёхостровская, природный парк «Донской», пойменный луг, 22.05–4.06.2013; 1♂, 1♀, там же, опушка нагорно-байрачного леса, 4–26.06.2013.

Сведения о видовом составе аранеофауны крайне важны при сравнении животного населения различных природных зон, при анализе динамики ареалов, меняющихся вследствие климатических изменений. Полученные данные могут быть использованы в краеведческих, региональных и федеральных описаниях по фауне беспозвоночных животных; при определении статуса особо охраняемых природных территорий.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ В статье использованы следующие обозначения: * – новый вид для Волгоградской области; ** – новый вид для территории России.

Information About the Authors

Alexander S. Khnykin, Research Engineer, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, theraan@mail.ru

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

Информация об авторах

Александр Сергеевич Хныкин, инженер-исследователь, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, theraan@mail.ru

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



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.2>

UDC 502.3

LBC 20.17



ANALYSIS AND MAPPING OF ANTHROPOGENIC LOAD OF AQUATIC ECOSYSTEMS IN THE SOUTHERN PART OF THE VOLGOGRAD AGGLOMERATION

Nikolay V. Onistratenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Alexey V. Egorov

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. One of the most acute modern problems is the anthropogenic and general climatic degradation of natural ecosystems, including the transformation of water bodies of various origins. The regulation of large and small rivers, the change of their channels, and the management of the discharge regime are only part of the problems of a hydrological nature. The shallowing of large reservoirs leads to their excessive heating, which, in turn, changes the oxygen-carbon dioxide clearance due to the lower solubility of oxygen under heating conditions. The explosive growth of the simplest flora, caused by better warming and solarization, leads to the transformation of algosinusions, the building of new biocenotic relationships, and the formation of new communities. The influx of man-made, agricultural, and economic pollutants, in turn, causes a decrease in biodiversity in reservoirs, the accumulation of hazardous substances in ecosystem elements, and their migration along trophic levels. It is the small, often temporary, watercourses of girder origin that play an important role in these processes, replenishing a large, integrating object throughout its course. The runoff collected from the surrounding landscapes forms the primary toxic profile of small hydroelectric facilities, which initially affects their ecosystems and, at the same time, changes as a result of biotic transformation. Therefore, it is natural to talk not just about the quantitative trend of pollutants entering as a solution from small rivers into large ones but also about the ecosystem impact of these streams on the overall lothian ecosystem of a large river. Thus, during monitoring, it becomes necessary to consider the sequential transformation of an integral large river ecosystem under the influence of merging small river ecosystems that collect, transform, and transfer negative pressure to the surrounding and forming landscapes. That is why we come to the need to visualize numerical indicators in cartographic terms, which brings us closer to interactive GIS and accumulating and processing actual ecomonitoring material. The article analyzes the state of aquatic ecosystems in the southern part of the Volgograd agglomeration and the water quality indicators of a large water body depending on the state of the small watercourses feeding it. The analysis was carried out on the basis of long-term observations using bioindication methods such as the Mayer index and the Woodiwiss index. The field analysis of chemical indicators of the quality condition was carried out using the test system "Cristmas." With the help of mapping, the results of observations, the water quality by individual indicators, as well as the influence of small watercourses on the state of a large integrating aquatic ecosystem, were displayed.

Key words: environmental monitoring, aquatic ecosystems, pollution, mapping, biogeocenosis.

Citation. Onistratenko N.V., Egorov A.V. Analysis and Mapping of Anthropogenic Load of Aquatic Ecosystems in the Southern Part of the Volgograd Agglomeration. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 26-31. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.2>

УДК 502.3
ББК 20.17

АНАЛИЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ АКВАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВОЛГОГРАДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Николай Владимирович Онистратенко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Алексей Владимирович Егоров

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Одной из наиболее острых современных проблем выступает антропогенная и общеклиматическая деградация естественных экосистем, включающая и преобразование водных объектов различного генеза. Зарегулирование крупных и мелких рек, изменение их русел, управление режимом попуска – лишь часть проблем гидрологического характера. Обмеление крупных водоемов ведет к их чрезмерному прогреву, что, в свою очередь, меняет клиренс «кислород-углекислый газ» ввиду меньшей растворимости кислорода в условиях нагрева. Взрывообразный рост простейшей флоры, вызванный лучшим прогревом и соляризацией, ведет к преобразованию альгосинузий, выстраиванию новых биоценологических связей, формированию новых сообществ. Поступление техногенных, аграрных и хозяйственных поллютантов в свою очередь обуславливает снижение биоразнообразия в водоемах, накопление опасных веществ в элементах экосистем и их миграции по трофическим уровням. Важную роль в этих процессах играют именно малые, зачастую временные, водотоки балочного происхождения, пополняющие крупный интегрирующий объект на всем его течении. Собранный с окружающих ландшафтов сток формирует первичный токсический профиль малых гидрообъектов, который влияет изначально на их экосистемы и сам в то же время меняется в результате биотического преобразования. Поэтому закономерно рассуждать не просто о количественном тренде поступления загрязнителей как раствора из малых рек в большую, но о экосистемном влиянии этих речушек на общую логическую экосистему крупной реки. Таким образом возникает необходимость в ходе мониторинга рассматривать последовательное преобразование интегральной крупно речной экосистемы под влиянием сливающихся с ней малых речных экосистем, собирающих, преобразующих и переносящих негативный прессинг на окружающие и формирующие их ландшафты. Именно поэтому мы приходим к потребности визуализировать численные показатели в картографическом выражении, что приближает нас к интерактивным ГИС, накапливающим и перерабатывающим фактический экомониторинговый материал. В статье анализируется состояние аквальных экосистем южной части Волгоградской агломерации и показатели качества воды крупного водного объекта в зависимости от состояния малых питающих его водотоков. Анализ проводился на основе многолетних наблюдений с использованием биоиндикационных методов, таких как индекс Майера и индекс Вудивисса. Полевой анализ химических показателей состояния качества проводился с помощью тест-систем «Cristmas». С помощью картографирования были отображены результаты наблюдений, качество воды по отдельным показателям, а также влияние малых водотоков на состояние крупной интегрирующей аквальной экосистемы.

Ключевые слова: экологический мониторинг, аквальные экосистемы, загрязнение, картографирование, биогеоценоз.

Цитирование. Онистратенко Н. В., Егоров А. В. Анализ и картографирование антропогенной нагрузки аквальных экосистем южной части Волгоградской агломерации // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 26–31. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.2>

Введение

Антропогенная нагрузка является фактором воздействия на состояние окружающей среды. Деятельность человека оказывает значительное влияние на флору, фауну и окружающую среду в целом [1–5; 7]. Влияние техно-

генного загрязнения на крупные водные объекты хорошо изучено. Однако взаимосвязь состояния малых питающих водоемов – рек, пересыхающих балочных ручьев – с общими показателями экологического благополучия крупных рек, озер и морей требует более глубокого изучения.

Материалы и методы

Исследование осуществлялось в течение 2022 и 2023 гг. в весенне-летне-осенний период.

Биоиндикационные исследования осуществлялись с применением индексов Майера и индекса Вудивисса (индекс реки Трент). Первая методика более простая и использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности, вторая методика используется только для исследования рек умеренного пояса и дает оценку их состояния по пятнадцатибальной шкале [6].

Картосхема распределения антропогенной нагрузки исследуемого участка представлена на рисунке 1.

Для удобства были взяты средние показатели качества воды по точкам, формирующим картосхему.

Также проводилось исследование состояния аквальных экосистем по химическим показателям. Для определения прочих химических показателей использовались тест-системы «Cristmas».

Результаты и обсуждение

При составлении картографических материалов были выбраны определенные хими-

ческие показатели, а также картосхема общего состояния водотока.

Так, качество воды в реке Отрада (точка 1), которая находится выше всех остальных исследуемых малых водотоков по течению, можно охарактеризовать как 4 класс. Состояние большого водотока изменяется от 3 до 4 класса качества в пределах 200 м в направлении вниз по течению.

Однако качество воды в большом водотоке начинает быстро восстанавливаться к следующей точке исследования расположенной рядом с парком «Дружба» (точка 2) качество воды снова равняется 3 классу качества. Состояние воды в малом водотоке, который находится вблизи парка «Дружба», также можно охарактеризовать как 3 класс качества.

Результаты исследований, визуализированные с помощью обработанных в графическом редакторе скриншотов карт, демонстрируют общее совпадение показателей химической загрязненности водоемов и индексов их сапробности.

Воду в точке 4, ниже по течению, которая находится на выходе из Волго-Донского канала, можно отнести ко 2 классу качества. Ниже по течению в пределах 100 м она уже характеризуется 3 классом качества.

Класс качества воды в точке исследования 5, которая находится ниже всех по течению, вблизи горчичного завода, становится выше.

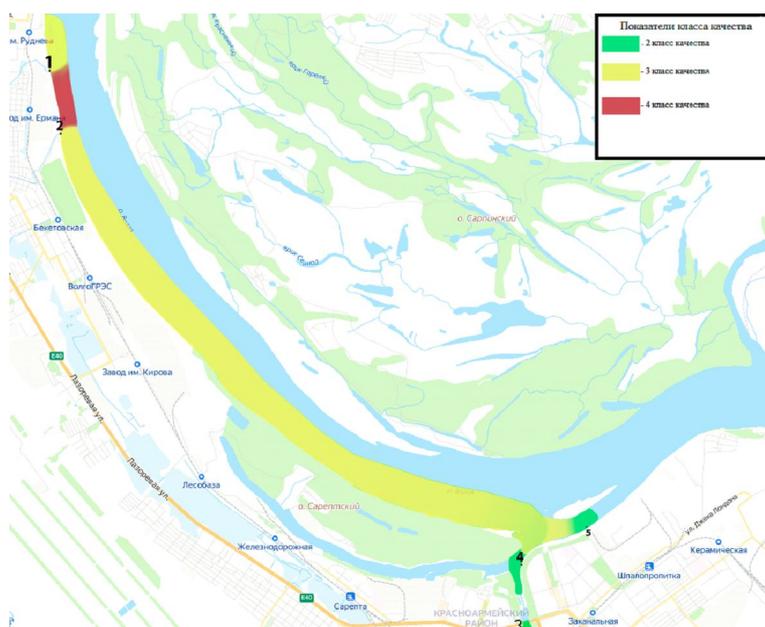


Рис. 1. Картосхема качества воды по биоиндикационным показателям

Примечание. Составлено авторами по: [7].

Таким образом, исходя из картосхемы можно сделать вывод, что состояние малых питающих водотоков влияет на состояние и качество среды большого водотока.

Первым химическим показателем являются хроматы, на рисунке 2 представлена картосхема их распространения по точкам исследования.

На этом рисунке видно, что значение хроматов преобладает только в в точках 1,

1А, 2, 2А. Наибольшее значение отмечается в точках 1 и 1А – равняется 10 мг/л, в точках же 2 и 2А значение этого показателя составляет 3 мг/л, что является превышением, однако в точках ниже по течению значение данного показателя становится ниже.

Рисунок 3 визуализирует распределение ионов меди в отобранных пробах: так, в точках 1А и 4 значение данного показателя равно 30 мг/л в то время как в точках 1, 2, 2А и



Рис. 2. Картосхема распределения хроматов

Примечание. Составлено авторами по: [8].

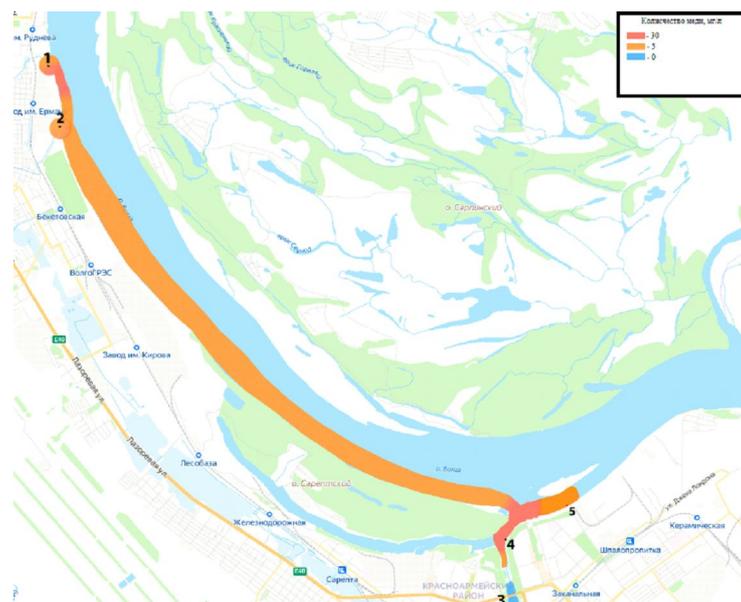


Рис. 3. Картосхема распределения содержания ионов меди

Примечание. Составлено авторами по: [8].

5 значение данного показателя равняется 5 мг/л.

Для наглядности была составлена картосхема качества воды на исследуемом участке исходя из всех обследуемых химических показателях, представлена на рисунке 4.

Данный рисунок демонстрирует последовательное изменение качества воды по течению Волги в зависимости от качества впадающих в нее малых водных объектов, характеризующихся различной степенью токсической нагрузки и состояния собственных аквальных экосистем. Значения становятся минимальными в точке 5, располагающейся ниже всех прочих по течению, уже за пределами основных городских массивов и крупных промышленных предприятий.

Заключение

Таким образом, условные обозначения степени химической загрязненности и степени экологического благополучия аквальных экосистем малых водоемов и интегрирующей экосистемы реки Волги демонстрируют сходимость показателей и общую тенденцию формирования экологических свойств Волги под воздействием впадающих в нее малых рек

и ручьев, влияющих на биоразнообразие и устойчивость, а также продуктивность водных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водохранилища, пруды и озера Волгоградской области / А. С. Овчинников [и др.]. – Волгоград : ВолГАУ, 2020. – 352 с.
2. Данилов-Данильян, В. И. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / В. И. Данилов-Данильян, М. Ч. Залиханов, К. С. Лосев. – М. : Акад. МНЭПУ, 1997. – 744 с.
3. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России / В. В. Новачадов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – Т. 53, № 1. – С. 151–158.
4. Картографирование и оценка степени запечатанности почв города Волгограда / О. А. Гордиенко [и др.] // Почвоведение. – 2019. – № 11. – С. 1383–1392.
5. Методические основы геофизического мониторинга грунтовых вод речных пойм / Д. А. Солодовников [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 106–114.
6. Псарев, А. М. Руководство к учебной практике по экологии: биоиндикация / А. М. Псарев. – Бийск : АГПУ им. В.М. Шукшина, 2018. – 65 с.

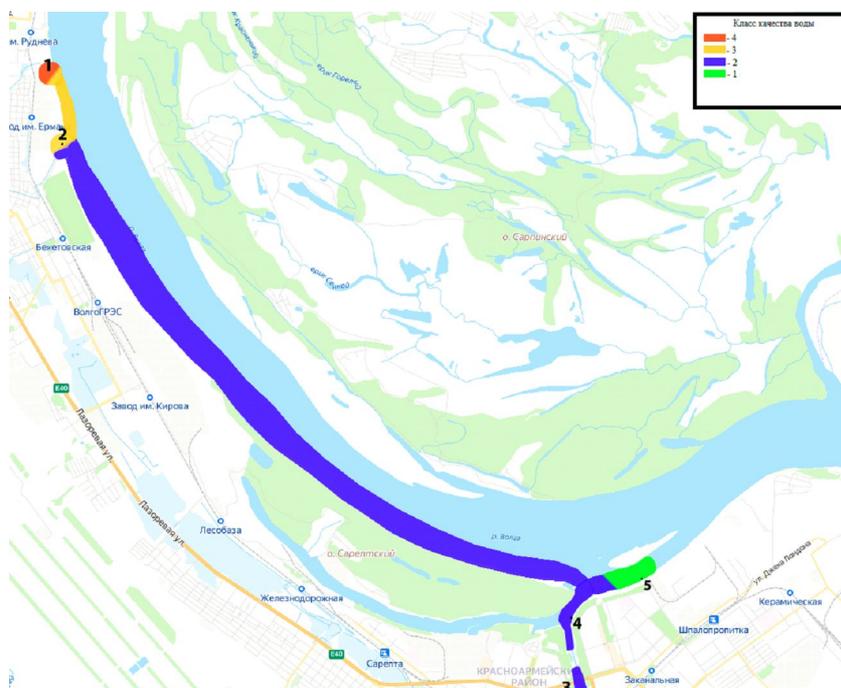


Рис. 4. Картосхема распределения качества воды по химическим показателям

Примечание. Составлено авторами по: [8].

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

8. Яндекс карта. URL: <https://yandex.ru/maps/38/volgograd/?ll=44.516930%2C48.707073&z=12>

REFERENCES

1. Ovchinnikov A.S. et al. *Vodohranilishcha, prudy i ozera Volgogradskoy oblasti* [Reservoirs, Ponds and Lakes of the Volgograd Region]. Volgograd, VolGAU, 2020. 352 p.

2. Danilov-Danilyan V.I., Zalikhanov M.Ch., Losev K.S. *Ekologiya, ohrana prirody i ekologicheskaya bezopasnost* [Ecology, Nature Protection and Environmental Safety]. Moscow, Akad. MNEPU, 1997. 744 p.

3. Novochadov V.V. et al. Distancionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogenno-transformirovannykh territoriy yuga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenically Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye* [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and

Higher Professional Education], 2019, vol. 53, no. 1, pp. 151-158.

4. Gordienko O.A. et al. *Kartografirovaniye i oценка stepeni zapechatannosti pochv goroda Volgograda* [Mapping and Assessment of the Degree of Imprinting of the Soils of the City of Volgograd], *Pochvovedeniye* [Soil Science], 2019, no. 11, pp. 1383-1392.

5. Solodovnikov D.A. et al. Metodicheskie osnovy geofizicheskogo monitoringa gruntovykh vod rechnykh pojim [Methodological Foundations of Geophysical Monitoring of Groundwater of River Floodplains]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South of Russia: Ecology, Development], 2017, vol. 12, no. 3, pp. 106-114.

6. Psarev A.M. *Rukovodstvo k uchebnoj praktike po ekologii: bioindikaciya* [A Guide to Educational Practice in Ecology: Bioindication]. Biysk, AGGPU im. V.M. Shukshina, 2018. 65 p.

7. Ivantsova E.A. et al. *Ekologicheskaya oценка gorodskih aglomeracij na osnove indikatorov ustojchivogo razvitiya* [The Environmental Assessment of Urban Agglomerations on the Basis of Sustainable Development Indicators]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3, Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

8. *Yandeks karta* [Yandex Map]. URL: <https://yandex.ru/maps/38/volgograd/?ll=44.516930%2C48.707073&z=12>

Information About the Authors

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

Alexey V. Egorov, Master's Student, Department of Ecology and Environmental Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetskiy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, egorkva@bk.ru

Информация об авторах

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

Алексей Владимирович Егоров, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, egorkva@bk.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.3>

UDC 628.162.84

LBC 38.96



THE USE OF ZEIN TO FILTER WATER FROM PETROLEUM PRODUCTS

Alexey S. Venetsiansky

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Maria P. Shulikina

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Over the past few years, the issue of water resource pollution has become a global concern. One of the primary reasons for this is the discharge of industrial waste into water bodies, which leads to a significant increase in the concentration of harmful substances in the water. This poses a serious threat to human health and the environment, prompting the development of various purification technologies. One of the most promising methods is adsorption, where pollutants are removed from the water by adhering to the adsorbent. Exploring the possibility of using corn protein as a biosorbent opens new horizons in the development of environmentally friendly materials resistant to degradation. The aim of this study was to determine the effectiveness of using zein as a component of filtering material. The article presents the results of experiments combining corn protein with other adsorbents, such as activated charcoal and diatomite. Based on the calculations carried out, the efficiency of using zein for water purification from petroleum products was assessed. The main indicator of efficiency was the mass concentration of petroleum products in the water before and after the filtration process. The results showed that zein enhances the overall performance of the filter layer due to its hydrophobic properties, which are capable of capturing petroleum product molecules. In conclusion, optimizing the use of corn protein in filter materials could lead to the creation of more effective and environmentally friendly water purification systems.

Key words: corn protein, water pollution with petroleum products, filter filling, zein, water filtration.

Citation. Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P. The Use of Zein to Filter Water From Petroleum Products. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 32-39. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.3>

УДК 628.162.84

ББК 38.96

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕИНА ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Алексей Сергеевич Венецианский

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Мария Павловна Шуликина

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. За последние несколько лет проблема загрязнения водных ресурсов становится актуальной в мировом масштабе. Одной из основных причин этого является сброс промышленных отходов в водоемы,

что ведет к значительному увеличению содержания вредных веществ в воде. Это представляет серьезную угрозу здоровью людей и состоянию окружающей среды, стимулируя разработку различных технологий очистки. Одним из наиболее перспективных методов является адсорбция, при которой загрязняющие вещества удаляются из воды, приликая к адсорбенту. Изучение возможности использования кукурузного белка в качестве биосорбента открывает новые горизонты в разработке экологически безопасных материалов, стойких к разрушениям. Целью данного исследования стало определение эффективности использования зеина как компонента фильтрующего материала. В статье представлены результаты экспериментов по сочетанию кукурузного белка с другими адсорбентами, такими как активированный уголь и диатомит. На основании проведенных расчетов была оценена эффективность применения зеина для очистки воды от нефтепродуктов. Главным показателем эффективности служила массовая концентрация нефтепродуктов в воде до и после процесса фильтрации. Результаты показали, что зеин улучшает общую работу фильтрующего слоя благодаря своим гидрофобным свойствам, способным захватывать молекулы нефтепродуктов. В итоге, оптимизация использования кукурузного белка в составе фильтрующих материалов может привести к созданию более эффективных и экологически чистых систем водоочистки.

Ключевые слова: кукурузный белок, загрязнение воды нефтепродуктами, фильтрующая засыпка, зеин, фильтрация воды.

Цитирование. Венецианский А. С., Иванцова Е. А., Шуликина М. П. Использование зеина для фильтрации воды от нефтепродуктов // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 32–39. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.3>

Введение

Загрязнение нефтепродуктами природных вод представляет собой значительную угрозу, так как они являются одним из наиболее распространенных и опасных загрязнителей [1]. Эти продукты состоят из сложной смеси предельных и непредельных углеводородов, а также их различных производных.

Сам термин «нефтепродукты» (далее – НП) обычно относят именно к углеводородной фракции (включая алифатические, ароматические и ациклические соединения), которая представляет собой основной и наиболее характерный компонент нефти и ее переработанных форм. Международным параметром для определения присутствия нефтепродуктов в воде является «углеводородный индекс нефти» (НОИ).

Цель исследования – определить возможность использования кукурузного белка в качестве компонента фильтрующей засыпки для очистки воды от нефтепродуктов.

Материалы и методы

Для того чтобы снизить вредное воздействие нефтепродуктов как на организм человека и животных, так и на водные биоценозы, необходимо контролировать и регулировать концентрацию нефтепродуктов в

воде в соответствии с санитарными требованиями [3; 4].

Любое присутствие нефти в воде может привести к тяжелым экологическим последствиям, поэтому № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [8] вводит штрафы за сброс нефтепродуктов в водные объекты с превышением норм предельно допустимой концентрации (далее – ПДК). Согласно этим нормам, ПДК нефтепродуктов в воде должна составлять 0,3 мг/дм³ для водных объектов хозяйственно-культурного назначения и 0,05 мг/дм³ для водных объектов рыбохозяйственного значения.

Чтобы обеспечить соблюдение этих норм, для анализа сточных вод могут применяться различные методы в зависимости от требуемой точности и ресурсов, а также типа измеряемых нефтепродуктов.

Среди наиболее распространенных методов измерения концентрации нефтепродуктов в воде: ИК-спектрофотометрия, гравиметрический анализ, флуоресцентная спектроскопия и газовая хроматография (см. рис. 1) [5; 7].

Независимо от выбранного метода, на первом этапе всегда проводится жидкостная экстракция для отделения нефтепродуктов от воды с помощью растворителя или экстрагента, чтобы увеличить их концентрацию и устранить любые вещества, которые могут повлиять на точность анализа. Кроме этого,

обычно используется хроматографическая колонка, заполненная оксидом алюминия, чтобы устранить влияние полярных соединений.

Стоит отметить, что Российское законодательство, касающееся сброса нефти в водоемы, очень строго, и несоблюдение норм ПДК может привести к различным наказаниям, начиная со штрафов заканчивая временным запретом на деятельность. Промышленным предприятиям и компаниям важно убедиться в том, что их процессы очистки сточных вод эффективно удаляют НП, прежде чем сбрасывать их в водоемы или канализацию.

Биосорбенты получают из возобновляемых источников, таких как материалы растительного происхождения, отходы животноводства и морская биомасса, и их можно легко модифицировать для увеличения их адсорбционной способности, что делает их универсальными и эффективными в отношении различных загрязняющих веществ.

Растительный белок зеин, который входит в категорию проламинов, содержится в зернах кукурузы [10; 11], уникален тем, что, несмотря на его нерастворимость в воде, он легко растворяется в этаноле. В процессе гидролиза этот белок отделяет значительные количества глутаминовой кислоты, что составляет 26,9 % его массы, а также лейцина и пролина, содержание которых достигает 21,1 % и 10,53 % соответственно. За счет этого гидрофобность белка в 50 раз выше, чем у альбумина или фибриногена. Зеин может взаимодействовать с углеводородными цепями неф-

тепродуктов через гидрофобные взаимодействия, улучшая общую адсорбционную способность фильтра.

Кроме исследуемого кукурузного белка в качестве компонентов для проведения экспериментальной части были выбраны: активированный кокосовый уголь и диатомит.

По определению диатомитом называют горную породу осадочного типа, основу которой составляет панцирь диатомовых водорослей. Характерным свойством вещества является наличие отрицательно заряженных ионов. За счет этого диатомит притягивает к себе положительно заряженные бактерии и вирусы. Также он обладает большой поверхностной площадью и высокой пористостью, что способствует физическому захвату частиц [2]. Может улучшить механическую фильтрацию, задерживая крупные частицы и распределяя поток жидкости для более равномерной адсорбции с углем.

Следующим компонентом для фильтрующих засыпок выступает активированный уголь, который считается одним из популярных адсорбентов, применяемых в различных целях. Активированный уголь адсорбирует молекулы нефтепродуктов через ван-дер-ваальсовы силы и гидрофобные взаимодействия. Высокая пористость угля позволяет захватывать и удерживать большие количества органических молекул. Химическая структура представляет пористую форму углерода с высокой поверхностной площадью, благодаря чему уголь обладает адсорбционными свойствами [9].



Рис. 1. Методы определения нефтепродуктов в воде

Для исследования эффективности использования кукурузного белка в процессе фильтрации воды от нефтепродуктов были составлены семь вариаций засыпок для фильтра. Данные наполнители состоят из описанных выше компонентов: активированного угля, диатомита и кукурузного белка. Стоит отметить, что каждый компонент отличается своими физико-химическими свойствами (табл. 1).

Комбинирование этих материалов позволяет использовать их сильные стороны, создавая более эффективные и универсальные фильтрующие системы. Оптимизация пропорций описанных выше адсорбентов может значи-

тельно улучшить очистку воды и минимизировать воздействие нефтепродуктов на окружающую среду.

Для каждого варианта фильтрующего наполнителя были изготовлены фильтры, которые представляли собой, срезанную бутылку, в горлышко, которой закладывалась марля, после этого засыпался наполнитель (рис. 2).

Состав компонентов, содержащихся в засыпках, оставался неизменным. Отличие фильтрующих смесей друг от друга заключалось в различных пропорциях используемых адсорбентов (табл. 2).

Таблица 1

Физико-химические свойства сорбентов

Свойство	Наименование адсорбента		
	Активированный уголь	Диатомит	Кукурузный белок
Удельная поверхность, м ² /г	700–1500	30–45	1–10
Плотность, г/см ³	0,3–0,6	0,5–0,7	1,5
Пористость	Высокая	Высокая	Низкая
Гидрофобность	Высокая	Низкая	Низкая



Рис. 2. Пример засыпки для проведения фильтрации

Таблица 2

Пропорции исследуемых фильтрующих засыпок

Фильтр	Активированный уголь	Диатомит	Кукурузный белок
Исходная проба	–	–	–
Засыпка № 1	34	33	33
Засыпка № 2	45	30	25
Засыпка № 3	60	10	30
Засыпка № 4	60	30	10
Засыпка № 5	40	10	50
Засыпка № 6	10	40	50
Засыпка № 7	90	5	5

Чтобы определить эффективность кукурузного белка в процессе фильтрации, в воду, полученную из систем центрального водоснабжения г. Волгограда, был добавлен бензин в произвольном объеме. Таким образом, получился исходный образец с загрязненной нефтепродуктами водой.

Для определения полученных результатов, пробы были переданы в испытательную лабораторию, где используя методику ПНД Ф 14.1.272-2012 [6], исследовалась массовая концентрация нефтепродуктов в пробах сточных вод методом ИК-спектрофотометрии с применением концентратометров серии КН-3.

Массовую концентрацию нефтепродуктов в пробе воды, X , мг/дм³, рассчитывают по формулам (1) и (2):

$$X_{\text{хол}} = \frac{X_{\text{изм}} \times V_{\text{ЭК}}}{V}, \quad (1)$$

$$X = \frac{X_{\text{изм}} \times V_{\text{ЭК}} \times K}{V} - X_{\text{хол}}, \quad (2)$$

где $X_{\text{хол}}$ – результат измерений массовой концентрации нефтепродуктов в холостой пробе, мг/дм³, в пересчете на объем пробы дистиллированной воды; $X_{\text{изм}}$ – результат измерений массовой концентрации нефтепродуктов в элюате на концентратометре, мг/дм³; $V_{\text{ЭК}}$ – объем четыреххлористого углерода, использованного для проведения экстракции ($V_{\text{ЭК}} = 30 \text{ см}^3$); V – объем пробы анализируемой воды, см³; K – коэффициент разбавления (соотношение объемов мерной колбы и аликвоты элюата).

Результаты и обсуждение

Используя формулы (1) и (2), была определена массовая концентрация нефтепродуктов в исследуемых пробах и получены следующие данные (рис. 3, табл. 3).

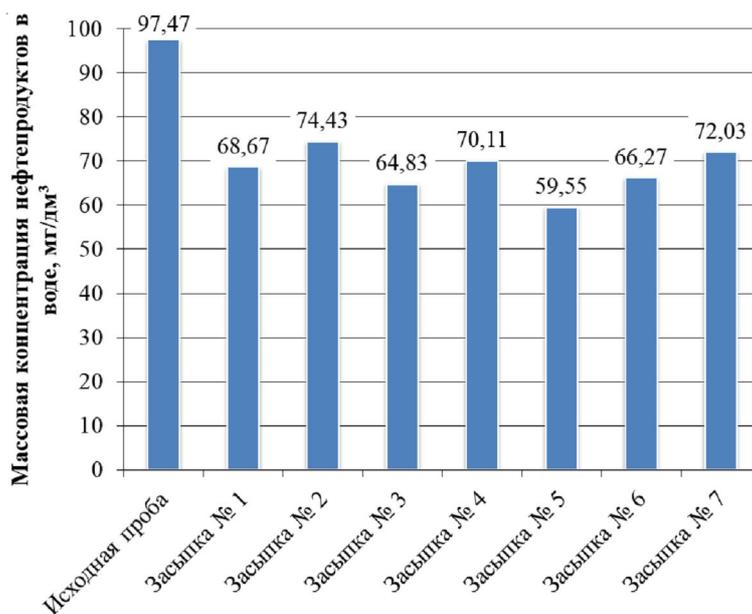


Рис. 3. Массовая концентрация нефтепродуктов в воде

Таблица 3

Сравнительная характеристика фильтрующих засыпок

Фильтр (Уголь / Диатомит / Зеин, %)	Концентрация до, мг/дм ³	Концентрация после, мг/дм ³	Снижение концентрации, %
Без фильтрации (загрязненная вода)	97,47	–	–
Фильтр № 1 (34/33/33)	97,47	68,67	29,55
Фильтр № 2 (45/30/25)	97,47	74,43	23,64
Фильтр № 3 (60/10/30)	97,47	64,83	33,49
Фильтр № 4 (60/30/10)	97,47	70,11	28,07
Фильтр № 5 (40/10/50)	97,47	59,55	38,90
Фильтр № 6 (10/40/50)	97,47	66,27	32,01
Фильтр № 5 (90/5/5)	97,47	72,03	26,10

Исходя из полученных данных, можно отметить следующие наблюдения:

Концентрация нефтепродуктов с применением фильтрующей засыпки № 1 (34 % угля, 33 % диатомита, 33 % зеина) составляет 68,67 мг/дм³. Баланс между углем, диатомитом и зеином, показывает снижение концентрации нефтепродуктов на 29,6 %. Оптимальная комбинация, где все три компонента присутствуют в равных долях. Диатомит распределяет поток жидкости, позволяя активированному углю и кукурузному белку эффективно адсорбировать нефтепродукты.

Концентрация нефтепродуктов с применением засыпки № 2 (45 % угля, 30 % диатомита, 25 % зеина) составляет 74,43 мг/дм³. Увеличение содержания угля за счет уменьшения диатомита и зеина нарушает баланс, что ведет к меньшей эффективности, несмотря на большой объем угля, снижение на 23,6 %.

Использование засыпки № 3 (60 % угля, 10 % диатомита, 30 % зеина) приводит к концентрации 64,83 мг/дм³. Высокое содержание активированного угля и кукурузного белка при низком содержании диатомита демонстрирует значительное снижение на 33,4 %.

Содержание нефтепродуктов с использованием фильтра № 4 (60 % угля, 30 % диатомита, 10 % зеина) составляет 70,11 мг/дм³. Снижение содержания белка и увеличение диатомита также ведет к менее эффективному снижению на 28,1 %.

Использование засыпки № 5 (40 % угля, 10 % диатомита, 50 % зеина) привело к концентрации нефтепродуктов 59,55 мг/дм³. Высокое содержание кукурузного белка и умеренное содержание угля показывают наилучшее снижение на 38,9 %.

Фильтрующая засыпка № 6 (10 % угля, 40 % диатомита, 50 % зеина) концентрацию содержания нефтепродуктов после применения составляет 66,27 мг/дм³. Высокое содержание зеина и диатомита, но низкое содержание угля показывают снижение на 31,98 %.

Фильтрующий наполнитель № 7 (90 % угля, 5 % диатомита, 5 % зеина) приводит к концентрации равной 72,03 мг/дм³. Высокое содержание угля и минимальное содержание зеина и диатомита показывают менее эффективную фильтрацию со снижением содержа-

ния НП на 25,1 %. Объясняется это тем, что сокращение количества диатомита ухудшает распределение потока жидкости, снижая эффективность активированного угля. Уменьшение кукурузного белка снижает дополнительные гидрофобные взаимодействия.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование кукурузного зеина для очистки воды от нефтепродуктов демонстрирует значительную эффективность. Оптимизация содержания активированного угля и диатомита в сочетании с зеином приводит к улучшению фильтрации от загрязнений нефтепродуктов.

Заключение

Применение кукурузного белка, как фильтрующего агента для удаления нефтяных загрязнений из воды, может сократить уровень загрязняющих веществ. Высокая концентрация зеина улучшает адсорбцию нефтепродуктов через гидрофобные взаимодействия, создавая дополнительные точки захвата загрязняющих веществ. Исследование и оптимизация использования кукурузного белка в составе фильтрующих материалов могут привести к созданию более эффективных и экологически безопасных систем фильтрации. Результаты исследования могут быть использованы для улучшения существующих систем фильтрации, что в свою очередь позволит снизить затраты на обслуживание и замену фильтрующих элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздействие нефтепродуктов на гидросферу земли // Успехи современного естествознания. – URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=8564>
2. Диатомит: для чего используется // Диатомит-Урал. – URL: <https://diatomitural.ru/company/blog/204/>
3. Методические основы геофизического мониторинга грунтовых вод речных пойм / Д. А. Солодовников [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 106–114.
4. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» от 28 января 2021 // docs.cntd.ru. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=status>

5. Привалова, Н. М. Исследование методов очистки вод от загрязнений нефтью и нефтепродуктами / Н. М. Привалова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 113. – С. 307–316.

6. Природоохранный нормативный документ федеральный ПНД Ф 14.1.272-2012. Методика (метод) измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах // ГОСТ Ассистент : сайт. – URL: <https://gostassistant.ru/doc/ea7ff1d8-20db-4eb7-8b5f-bd184f2e890f> (дата обращения: 11.05.2024). – Режим доступа: открытый доступ.

7. Технология очистки нефтесодержащих сточных вод // Neftegaz.RU. – URL: <https://neftegaz.ru/science/ecology/332110-tehnologiya-ochistki-neftesoderzhashchikh-stochnykh-vod/>

8. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/

9. Характеристика активных (активированных) углей. Что такое активированный уголь // СЗСО-ТИЗ. – URL: <https://sotizz.ru/harakteristika-aktivnih-uglej>

10. Chen, H. A Novel Method of Preparing Stable Zein Nanoparticle Dispersions for Encapsulation of Peppermint Oil / H. Chen, Q. Zhong // Food Hydrocolloids. – 2015. – Vol. 43. – P. 593–602. – DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.07.018

11. Zein – A Plant-Based Material of Growing Importance: New Perspectives for Innovative Uses // ScienceDirect. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669022007336#preview-section-introduction>

REFERENCES

1. Vozdeistvie nefteproduktov na gidrosferu zemli [Impact of Oil Products on the Earth's Hydrosphere]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia* [Achievements of Modern Natural Science]. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=8564>

2. Diatomit: dlia chego ispolzuetsia [Diatomite: What Is It Used For?]. *DiatomitUral*. URL: <https://diatomitural.ru/company/blog/204/>

3. Solodovnikov D.A., Khavanskaya N.M., Vishnyakov N.V., Ivantsova E.A. Metodicheskiye osnovy geofizicheskogo monitoringa gruntovykh vod rechnykh poym [Methodological Foundations of Geophysical Monitoring of Groundwater of River Floodplains]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South

of Russia: Ecology, Development], 2017, vol. 12, no. 3, pp. 106-114.

4. Ob utverzhdenii sanitarnykh pravil i norm SanPiN 1.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovaniia k obespecheniiu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlia cheloveka faktorov sredy obitaniia» ot 28 ianvaria 2021 [On Approval of Sanitary Rules and Regulations Sanpin 1.2.3685-21, “Hygienic Standards and Requirements for Ensuring Safety and (or) Harmlessness to Humans of Factors in the Living Environment,” Dated January 28, 2021]. *docs.cntd.ru*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=status>

5. Privalova N.M. Issledovanie metodov ochistki vod ot zagriaznenii neftiu i nefteproduktami [Research of Methods for Water Purification From Oil and Oil Products Pollution]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 113, pp. 307-316.

6. Prirodookhrannyi normativnyy dokument federalny PND F 14.1.272-2012. Metodika (metod) izmerenii massovoi kontsentratsii nefteproduktov v probakh [Environmental Regulatory Document Federal PND F 14.1.272-2012. Procedure (Method) for Measuring the Mass Concentration of Petroleum Products in Samples]. *GOST Assistant: sait*. URL: <https://gostassistant.ru/doc/ea7ff1d8-20db-4eb7-8b5f-bd184f2e890f>

7. Tekhnologiya ochistki neftesoderzhashchikh stochnykh vod [Oily Wastewater Treatment Technology]. *Neftegaz.RU*. URL: <https://neftegaz.ru/science/ecology/332110-tehnologiya-ochistki-neftesoderzhashchikh-stochnykh-vod/>

8. Federalnyi zakon «Ob okhrane okruzhaiushchei sredy» ot 10.01.2002 № 7-FZ (posledniia redaktsiia) [Federal Law “On the Protection of the Environment” of 10.01.2002, No. 7-FZ (Latest Version)]. *KonsultantPlus*. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/

9. Kharakteristika aktivnykh (aktivirovannykh) uglei. Chto takoe aktivirovannyi ugol [Characteristics of Active (Activated) Carbons. What Is Activated Carbon?]. *SZSOTIZ*. URL: <https://sotizz.ru/harakteristika-aktivnih-uglej>

10. Chen H., Zhong Q. A Novel Method of Preparing Stable Zein Nanoparticle Dispersions for Encapsulation of Peppermint Oil. *Food Hydrocolloids*, 2015, vol. 43, pp. 593-602. DOI: 10.1016/j.foodhyd. 2014.07.018

11. Zein – A Plant-Based Material of Growing Importance: New Perspectives for Innovative Uses. *ScienceDirect*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669022007336#preview-section-introduction>

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

Maria P. Shulikina, Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, bstb-181_641995@volsu.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

Мария Павловна Шуликина, студент, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, bstb-181_641995@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.4>

UDC 004.94:504.3.054.628

LBC 26.23

FEATURES OF MONITORING ATMOSPHERIC POLLUTION USING DATA OF A MOBILE MEASURING COMPLEX

Naira Kh. gizi Mustafazade

National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. One of the main problems facing humanity is the fight against air pollution. The atmosphere is an extremely vulnerable component of the environment. It absorbs all pollution from land, sea, and air transport; energy and agriculture; and heavy and light industry. Global climate change is also associated with an increase in toxic pollutants and greenhouse gases in the atmosphere. Delay in carrying out measures to cleanse the atmosphere can be fatal. A mandatory element of these activities is the monitoring of atmospheric pollution. The development of new tools for monitoring, modeling pollution, and presenting results, including the creation of software, is an urgent task. The article provides a classification of atmospheric pollution models and shows that pollution also depends on the meteorological parameters of the environment. To monitor atmospheric pollution and meteorological parameters, a software and tool system has been created that covers all stages of the study: collection, processing, and presentation of data. Data collection is carried out using a mobile measuring system based on a UAZ vehicle. “Interface” software has been developed to enter data into a computer. The processing of monitoring data and the creation of a model are carried out based on the Group Method of Data Handling (GMDH). A multi-layer electronic monitoring map was created to display the results. The map allows us to display maps of individual air pollutants, an air quality map, relief maps and their derivatives, and a map depicting the area. All software was developed specifically for this study using the MATLAB programming environment.

Key words: atmospheric pollution, modeling, forecasting, interface, e-map.

Citation. Mustafazade N.Kh. gizi. Features of Monitoring Atmospheric Pollution Using Data of a Mobile Measuring Complex. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 40-46. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.4>

УДК 004.94:504.3.054.628

ББК 26.23

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ МОБИЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Наира Хансувар кызы Мустафазаде

Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация. Одной из главных проблем, стоящих перед человечеством, является борьба с загрязнением атмосферы. Атмосфера – чрезвычайно уязвимая составляющая окружающей среды, которая вбирает все загрязнения от наземного, морского и авиатранспорта, энергетики и сельского хозяйства, тяжелой и легкой промышленности. Глобальные изменения, происходящие в климате, также связаны с увеличением содержания в атмосфере токсичных загрязнителей и парниковых газов. Промедление в проведении мероприятий по очищению атмосферы может стать фатальным. Обязательным элементом этих мероприятий является мониторинг атмосферного загрязнения. Разработка новых инструментов для проведения мониторинга, моделирования загрязнения и представления результатов, в том числе, создание программного обеспечения, является актуальной задачей. В статье дана классификация моделей атмосферного загрязнения, показано, что загрязнение зависит и от метеорологических параметров среды. Для проведения мониторинга атмосферно-

го загрязнения и метеорологических параметров создана программно-инструментальная система, охватывающая все этапы проведения исследования: сбора, обработки и представления данных. Сбор данных осуществляется с помощью мобильного измерительного комплекса на базе автомашины УАЗ. Для ввода данных в компьютер разработана программа «Интерфейс». Обработка данных мониторинга и создание модели проводится на основе метода группового учета аргументов. Для отображения результатов создана многослойная электронная карта мониторинга. Карта позволяет выводить карты отдельных загрязнителей атмосферы, карту качества воздуха, карты рельефа и его производных, карту с изображением местности. Все программное обеспечение разработано специально для данного исследования с помощью среды программирования MATLAB.

Ключевые слова: атмосферное загрязнение, моделирование, прогнозирование, интерфейс, электронная карта.

Цитирование. Мустафазаде Н. Х. кызы. Особенности проведения мониторинга атмосферного загрязнения с использованием данных мобильного измерительного комплекса // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 40–46. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.4>

Введение

Оценка качества окружающей среды, отслеживание динамики ее состояния и организация мониторинга наиболее значимых компонентов, являются актуальными для крупных городов и промышленных центров [3; 6; 10]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в развивающихся странах увеличение загрязнения воздуха в городах привело к более чем 2 миллионам смертей в год, а также к различным случаям респираторных заболеваний. Одним из основных источников городского загрязнения атмосферы является сектор автомобильного транспорта [12].

В настоящее время вопросам применения автоматизированных систем в целях охраны окружающей среды отводится широкое место. Создание программного комплекса для задач контроля и прогнозирования загрязнения атмосферы является актуальным вопросом.

Материалы и методы

Для качественной и количественной оценки загрязнителей атмосферного воздуха широко используются газоанализаторы и хроматографы различных конструкций. Несмотря на то, что такие измерительные приборы работают по разным физическим принципам, в большинстве случаев они позволяют определять концентрацию многих загрязняющих веществ одновременно, производить калибровку в автоматическом режиме, а также хранить в памяти достаточное количество информации и, при необходимости, переносить его на внешний компьютер.

При этом следует отметить, что размещение соответствующих измерительных приборов в мобильных устройствах позволяет проводить мониторинг в разных городах и регионах. Данные измерений через специальные программы передаются на компьютер и подвергаются предварительной обработке. Наряду с этими данными на компьютер передаются данные о состоянии и навигации, и с помощью другого программного обеспечения эти данные составляют часть базы данных географических информационных систем (ГИС).

С учетом всего сказанного в качестве первоочередной задачи поставлена разработка научно-методических основ создания единой автоматизированной системы, позволяющей осуществлять мониторинг, моделирование и прогнозирование загрязнения атмосферы путем использования существующих и разработки новых измерительных приборов, методов и программ.

Основными компонентами загрязнения являются нетоксичная комбинация двуокиси углерода (CO_2) и водяного пара (H_2O). Но в атмосферу выбрасываются и такие вредные вещества, как окись углерода (угарный газ), сажа, окись серы и азота. В таблице 1 приведены значения предельной допустимой концентрации (далее – ПДК) для некоторых веществ, часто встречающихся в атмосфере [1].

Для моделирования атмосферного загрязнения применяются различные модели. На рисунке 1 представлена общепринятая классификация моделей загрязнения, и, как видно эти модели делятся на физические, математические и статистические [4].

У физических моделей симуляция распространения загрязнения осуществляется в аэродинамической трубе. Математические модели более сложны в разработке. Самые простые и быстрые модели не требуют много ресурсов компьютера и требуют мало времени для расчетов. При этом они не учитывают рельеф местности, вертикальное распределение метеорологических параметров и, в частности, направление и скорость ветра. Для нашего исследования была применена статистическая модель с метеорологическими параметрами в качестве аргументов.

Результаты и обсуждение

В качестве инструмента прогнозирования загрязнения была представлена разрабо-

танная в Национальном Аэрокосмическом Агентстве программно-инструментальная система, охватывающая все этапы сбора, обработки и представления данных. Рассматриваемый кейс в основном охватывает этапы представления результатов обработки, построения моделей прогнозирования концентрации различных загрязняющих веществ и обработки данных существующих первичных датчиков. Также отражены схема мониторинга загрязнения атмосферы, состав первичных датчиков, используемых для практических измерений, методы испытаний и презентации результатов.

Программная часть предлагаемой системы состоит из четырех основных программ:

Таблица 1

Значения ПДК некоторых загрязнителей атмосферы, мг/м³

Вещество	ПДК
Пыль	0.15
Сера	0.05
4 Оксид азота	0.04
Сероводород	0.008
Монооксид углерода	3
Фурфурол	0.05
Формальдегид	0.003
Аммиак	0.04
2 Оксид азота	0.4
Сажа	0.15
Серная кислота	0.3
Твердые фториды	0.03
Фторид водорода	0.005
Хлор	0.03

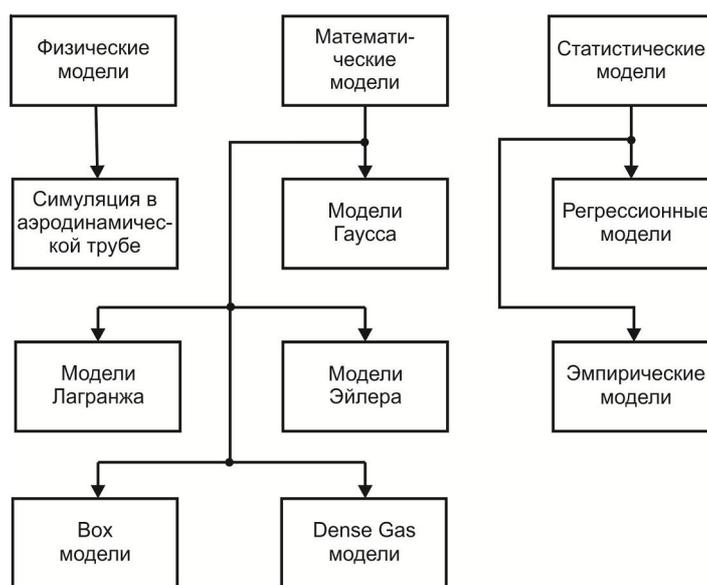


Рис. 1. Классификация моделей атмосферного загрязнения

программы ввода данных, программы моделирования, программы прогнозирования и программы представления результатов. Кроме того, в систему включена база данных мониторинга загрязнения атмосферы. Также для обеспечения работы системы было решено разработать несколько вспомогательных программ. Это программы для создания разных слоев электронной карты мониторинга и программы, определяющие координаты точек наблюдения и оптимальный маршрут между этими точками. Эти программы в процессе работы используют данные веб-сервиса Google Maps.

Данные для исследования получены с помощью набора первичных датчиков. Измерительные датчики устанавливаются на транспортное средство и составляют мобильную измерительную лабораторию. В указанное время группа специалистов выезжает на этой машине по заранее заданному маршруту и проводит замеры метеорологических параметров и концентраций различных загрязнителей атмосферы. Полученные данные вводятся в компьютер с помощью разработанной нами программы «Интерфейс». Программа обеспечивает ввод, визуализацию и хранение данных на жестком диске компьютера. Ввод данных осуществляется с помощью контроллеров E14-140 производства «L-Card» (Россия) [8; 9].

В процессе измерения можно отображать на экране монитора до четырех входных сигналов, таким образом контролируя ход процесса измерения. Данные сохраняются на жестком диске компьютера для последующей обработки. При этом на жестком диске сохраняются файлы, в которых есть статусная информация, включающая координаты и время измерения.

На основе измерений создана база данных мониторинга загрязнения атмосферы и разработаны программы для автоматизации ввода данных в базу данных, размещенных в файлах различных форматов. В этой базе данных хранятся данные всех наблюдений, сделанных во время мониторинга, а также информация о концентрации загрязняющих веществ и метеорологических условиях, существовавших в момент проведения измерений. Также с помощью утилит преобразования сохраненные данные можно преобразовать в формат

файла, используемый в таких программах, как Excel или MATLAB.

Вторая важная часть предлагаемой системы – программа построения модели исследуемого процесса – работает в среде MATLAB. В результате его реализации создается полиномиальная формула. Этот полином является функцией выбранной физической величины (в данном случае концентрации вредных смесей) от других влияющих факторов, в том числе температуры, скорости ветра, направления и т. д. Генерация полиномов осуществляется с использованием оригинальной модификации одного из известных алгоритмов метода расчета группы аргументов (МГУА) [5].

Известно, что на концентрации загрязнителей сильно влияют метеорологические факторы. Результат показал, что концентрация загрязняющих веществ в атмосфере ниже при условии увеличения количества осадков, низкой температуры и повышенного уровня влажности по сравнению с засушливым сезоном [11].

Следующей частью системы является программное обеспечение для прогнозирования, которое создано для прогнозирования на основе полученных моделей. Наконец, программа представления, последняя часть рассматриваемой системы, предназначена для отображения результатов мониторинга или прогнозирования в табличной или графической форме. Реализация этой части выполнена в программной среде MATLAB [9], и позволяет вывести карту загрязнения. Все этапы сбора и обработки сигналов, описанные выше (этапы мониторинга, моделирования и прогнозирования), а также структурная схема системы показаны на рисунке 2.

Первичные датчики позволяют измерять концентрацию различных загрязнителей атмосферы, а также метеорологические факторы. Датчики могут иметь как аналоговый, так и цифровой выход. Программа «Интерфейс» может принимать данные в любой из этих двух форм. Входящий в состав контроллера аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует аналоговые данные в цифровой формат с высокой точностью. Данные сохраняются в базе данных мониторинга или в формате программы «Интерфейс».

Система управления базой данных мониторинга обеспечивает ввод данных из файлов

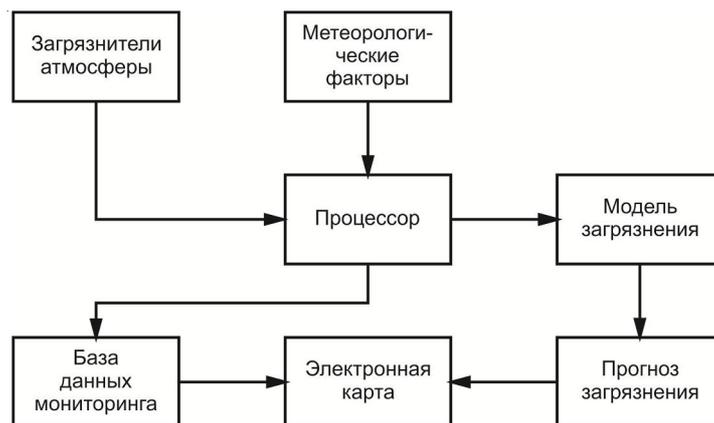


Рис. 2. Структура программно-инструментальной системы для мониторинга, моделирования и прогнозирования атмосферного загрязнения

различных форматов, а также обеспечивает выборку для обработки с помощью системы запросов к базе данных. Система может реализовывать три разные задачи – процессы моделирования, прогнозирования и презентации.

Результатом работы программы моделирования является аналитическое представление зависимости концентрации загрязнения от метеопараметров с заданной точностью. Полученная формула отображается и сохраняется в таблице моделей. Программное обеспечение для прогнозирования рассчитывает загрязнение на основе одной из полученных моделей и отправляет его в программное обеспечение для презентации.

Программное обеспечение для презентации позволяет отображать распределение концентрации выбранного загрязняющего вещества в зоне мониторинга в графическом или табличном виде. В качестве входных данных для этой программы могут использоваться данные выбора из базы данных или данные прогноза. Все операции управления выполняются с помощью графического пользовательского интерфейса, который состоит из основной формы и нескольких вспомогательных окон. Программа предоставляет возможность также найти комплексный индекс загрязнения атмосферы. Для его расчета обычно используют 5 загрязняющих веществ, их среднесуточные концентрации, значения ПДК и показатели вредности [2].

Заключение

Показано значение мониторинга загрязнения атмосферы для экологической оценки состо-

яния окружающей среды промышленного города или района, и указаны основные типы загрязнителей атмосферы, характерные для городских условий. Описаны особенности существующих моделей загрязнения атмосферы, показаны влияние метеорологических факторов на распространение загрязнения в атмосфере и подходы к их оценке. Представлена структура программно-инструментальной системы, разработанной для сбора, моделирования и прогнозирования информации о загрязнении атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева, Н. А. Методические указания по курсу «Экологический мониторинг» / Н. А. Афанасьева, В. Д. Шантарин. – Тюмень, 2001. – 27 с.
2. Венецианский, А. С. Дистанционный мониторинг качества атмосферного воздуха города Волгограда / А. С. Венецианский, Е. А. Иванцова, М. П. Шуликина // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 21–28. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>
3. Зализняк, Е. А. КРП государственного управления безопасностью в техносфере на примере охраны атмосферного воздуха / Е. А. Зализняк, Е. А. Иванцова, Е. Р. Зализняк // Природные системы и ресурсы. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 38–50. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.5>
4. Замай, С. С. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города / С. С. Замай, О. Э. Якубайлик. – Красноярск, 1998. – 18 с.
5. Мамедов, М. И. Модификация алгоритма GNM (Модифицированная Нумерация Геделя) для построения линейных регрессионных моделей

/ М. И. Мамедов, Н. Х. Мустафазаде, Р. Т. Гафаров // Известия АНАКА. – 2015. – Т. 18, № 2. – С. 64–67.

6. Нгуен, М. Т. К вопросу о прогнозной оценке техногенной нагрузки на атмосферный воздух урбо-экосистем / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 5–15. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.4.1>

7. Объектная модель программы «Interfeys» / Ф. Г. Агаев [и др.] // Известия АНАКА. – 2015. – Т. 18, № 2. – С. 57–63.

8. Программа ввода данных с настраиваемым интерфейсом / Р. К. Гулузаде [и др.] // Известия АНАКА. – 2014. – Т. 17, № 1. – С. 32–35.

9. Сулейманов, Т. И. Обработка данных мониторинга атмосферных загрязнений города Баку / Т. И. Сулейманов, Н. Х. Мустафазаде, Р. К. Гулузаде // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2016. – № 10. – С. 41–45.

10. Тихонова, А. А. Регулярный мониторинг состояния почв и зеленых насаждений как направление оценки качества городской среды / А. А. Тихонова, А. В. Холоденко // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 5–13. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

11. Oji, S. Correlation Between Air Pollutants Concentration and Meteorological Factors on Seasonal Air Quality Variation / S. Oji, H. Adamu // Journal of Air Pollution and Health. – 2020. – № 5 (1). – P. 11–32. – DOI: <https://doi.org/10.18502/japh.v5i1.2856>

12. Urban Air Quality Management – A Review / S. N. Gulia [et al.] // Atmospheric Pollution Research. – 2015. – № 6. – P. 286–304.

REFERENCES

1. Afanasyeva N.A., Shantarin V.D. *Metodicheskiye ukazaniya po kursu «Ekologicheskyy monitoring»* [Guidelines for the Course “Environmental Monitoring”]. Tyumen, 2001. 27 p.

2. Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P. Distantionnyy monitoring kachestva atmosfornogo vozdukhа goroda Volgograda [Remote Monitoring of Air Quality in the City of Volgograd]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 21–28. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>

3. Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A., Zaliznyak E.R. KPI gosudarstvennogo upravleniya bezopasnost’yu v tekhnosfere na primere okhrany atmosfornogo vozdukhа [KPI of State Safety Management in the Technosphere on the Example of Atmospheric Air Protection]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2018, vol. 8, no. 3, pp. 38–50. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.5>

4. Zamai S.S., Yakubailik O.E. *Modeli otsenki i prognoza zagryazneniya atmosfery promyshlennymi*

vybrosami v informatsionno-analiticheskoy sisteme prirodookhrannykh sluzhb krupnogo goroda [Models for Assessing and Forecasting Atmospheric Pollution by Industrial Emissions in the Information and Analytical System of Environmental Services of a Large City]. Krasnoyarsk, 1998. 18 p.

5. Mamedov M.I., Mustafazade N.Kh., Gafarov R.T. Modifikatsiya algoritma GNM (Modifitsirovannaya Numeratsiya Gedelya) dlya postroyeniya lineynykh regressionnykh modeley [Modification of GNM Algorithm to Build Linear Regression Model]. *Izvestiya ANAKA* [Bulletin of Azerbaijan National Aerospace Agency], 2015, vol. 18, no. 2, pp. 64–67.

6. Nguyen M.T., Ivantsova E.A. K voprosu o prognoznoy otsenke tekhnogennoy nagruzki na atmosfernyy vozdukh urboekosistem [On the Issue of Predictive Assessment of Technogenic Load on the Atmospheric Air of Urban Ecosystems]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 5–15. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.4.1>

7. Agayev F.G., Guluzade R.K., Mustafazade N.Kh. et al. Obyektnaya model programmy «Interfeys» [Object Model of “Interface” Software]. *Izvestiya ANAKA* [Bulletin of Azerbaijan National Aerospace Agency], 2015, vol. 18, no. 2, pp. 57–63.

8. Guluzade R.K., Abdullayeva M.A., Zakharov I.G., Mustafazade N.Kh. Programma vvoda dannykh s nastraivayemym interfeysom [Data Entry Software with Adjustable Interface]. *Izvestiya ANAKA* [Bulletin of Azerbaijan National Aerospace Agency], 2014, vol. 17, no. 1, pp. 32–35.

9. Suleymanov T.I., Mustafazade N.Kh., Guluzade R.K. Obrabotka dannykh monitoringa atmosferykh zagryazneniy goroda Baku [The Data Processing of Air Pollution Monitoring in Baku City]. *Pribory i sistemy. Upravleniye, kontrol, diagnostika* [Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics], 2016, no. 10, pp. 41–45.

10. Tikhonova A.A., Kholodenko A.V. Regulyarnyy monitoring sostoianiya pochv i zelenykh nasazhdenii kak napravlenie otsenki kachestva gorodskoi sredy [Regular Monitoring of the Condition of Soils and Green Plants As a Direction for Assessing the Quality of the Urban Environment]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 5–13. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

11. Oji S., Adamu, H. Correlation Between Air Pollutants Concentration and Meteorological Factors on Seasonal Air Quality Variation. *Journal of Air Pollution and Health*, 2020, no. 5 (1), pp. 11–32. DOI: <https://doi.org/10.18502/japh.v5i1.2856>

12. Gulia S.N., Shiva S.M., Mukesh K. et al. Urban Air Quality Management – A Review. *Atmospheric Pollution Research*, 2015, no. 6, pp. 286–304.

Information About the Author

Naira Kh. gizi Mustafazade, Candidate of Technical Sciences, Scientific Secretary, Institute of Natural Research of Space Resources, National Aerospace Agency, S.S.Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Republic of Azerbaijan, nm_609@mail.ru

Информация об авторе

Наира Хансувар кызы Мустафазаде, кандидат технических наук, ученый секретарь Института природных исследований космических ресурсов, Национальное аэрокосмическое агентство, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, nm_609@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.5>

UDC 551.588

LBC 26.236.2

NEW CRITERIA FOR ASSESSING C AND CO₂ EMISSIONS INTO THE AIR BY ROAD TRANSPORT

Elchin B. oglu Iskenderzade

Research Institute of Aerospace Informatics of the National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan

Elshan R. oglu Rahimov

Baku Higher School of Petroleum, Baku, Republic of Azerbaijan

Jeyhun R. oglu Rahimov

Azerbaijan Technical University, Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. The article is devoted to the development of new criteria for assessing carbon and carbon dioxide emissions by road transport. A methodology for determining the main indicators of the functioning of cars has been developed. It is shown that in the conditions of a large city, given the fuel consumption or daytime, it is possible to determine the speed of movement and daytime or fuel consumption, respectively, on the basis of appropriate statistical data. It is determined that the total fuel consumption in the flow of cars, in which the number of cars increases proportionally to time at a constant average speed, in a section of traffic where the speed decreases in time, reaches a minimum.

Key words: criterion, emission, road transport, air pollution, optimization.

Citation. Iskenderzade E.B. oglu, Rahimov E.R. oglu, Rahimov J.R. oglu. New Criteria for Assessing C and CO₂ Emissions Into the Air by Road Transport. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 47-54. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.5>

УДК 551.588

ББК 26.236.2

НОВЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭМИССИИ С И CO₂ В ВОЗДУХ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Эльчин Б. оглы Искендерзаде

НИИ аэрокосмической информатики Национального аэрокосмического агентства,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Эльшан Р. оглы Рагимов

Бакинская высшая школа нефти, г. Баку, Азербайджанская Республика

Джейхун Р. оглы Рагимов

Азербайджанский технический университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация. Статья посвящена разработке новых критериев оценки эмиссии углерода и двуокиси углерода автомобильным транспортом. Разработана методика определения основных показателей функционирования автомобилей. Показано, что в условиях большого города, задавшись расходом топлива или дневным временем, можно определить соответственно скорость передвижения и дневное время или расход топлива. Определено, что суммарный расход топлива в потоке автомобилей, в котором количество машин увеличивается пропорционально времени, при постоянстве средней скорости на участке движения, где скорость уменьшается во времени, достигает минимума.

Ключевые слова: критерий, эмиссия, автомобильный транспорт, загрязнение воздуха, оптимизация.

Цитирование. Искендерзаде Э. Б. оглы, Рагимов Э. Р. оглы, Рагимов Д. Р. оглы. Новые критерии оценки эмиссии С и CO₂ в воздух автомобильным транспортом // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 47–54. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.5>

Введение

Хорошо известно, что автомобильный транспорт эмитирует в воздух такие загрязнители, как CO, NO_x, HC, PM, CO₂, которые оказывают отрицательное влияние на здоровье людей [1; 2; 5; 7; 8; 16]. К тому же CO₂ воздействует на климат, так как является одним из основных парниковых газов [16; 19]. Для исследования отрицательного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду разработаны значительное количество моделей, позволяющие оценить общее количество выбросов отдельных вредных составляющих в атмосферу. Так, например, в работе [12] сообщается о модели для вычисления эмиссии углерода в окружающую среду автомобильным транспортом, разработанной Европейской комиссией в докладе МЕЕТ (методологии для оценки эмиссии загрязнителей воздуха транспортом) в виде

$$C = P + av + bv^2 + cv^3 + \frac{d}{v} + \frac{e}{v^2} + \frac{f}{v^3} \quad (1)$$

где C – эмиссия углерода в граммах, автомобиля, движущегося со скоростью v на дистанции 1 км. При этом показатели P, a, b, c, d, e, f зависят от типа автомобиля. Например, для тяжелого грузового транспорта установлены следующие значения для указанных показателей [12]: (1765; 17,8; 0; 0,00144; 0; 36076; 0).

Метод специфической мощности, характеризующий ту мощность, которую автомобиль преодолевает при езде был предложен в 1999 г. [10]. Этот метод часто используется для моделирования эмиссий автомобилей в окружающую среду при езде [9], что вызвано эффектом глобального потепления климата на планете. Общеизвестно, что основной причиной такого потепления является чрезмерное накопление в атмосфере парниковых газов (CH₄, CO₂, водяные пары, NO и др.), которые в значительной степени эмитируются в атмосферу автомобильным транспортом. В качестве мер противодействия этому можно ука-

зать на планы восьмерки развитых стран (G8) сократить такие выбросы на 50 % к 2050 году. Например, Австралия планирует сокращение таких эмиссий к 2050 году на 80 %.

Согласно данным, представленным в работе [14] ожидается, что уровень эмиссии CO₂ в атмосферу достигнет своего пика в 2030 г. и этот пик будет пройден благодаря активно применяемым мерам противодействия. В качестве меры, принимаемой в этом направлении можно указать новую Китайскую политику в отношении энергонасыщенности автомобилей (NEV), согласно которой автопроизводители к 2025 г. должны достичь в своей продукции показателя потребления топлива 4 л/100 км, по сравнению с 5 л/100 км в 2020 г. [14]. Указанное требование, в частности, может быть выполнено путем перехода на широкомасштабную электрификацию автотранспорта. Как результат такого решения проблемы были разработаны и реализованы различные проекты по изготовлению гибридных электрических машин, аккумуляторных (батареиных) автомобилей, а также электрических машины топливной ячейкой.

Для количественной оценки влияния автомобилей на окружающую среду были разработаны различные модели. Например, EPA USA (Агентство по защите окружающей среды США) разработало модель MOVES [20]. Европейская Комиссия (JRC) разработала специальную компьютерную программу COPERT для вычисления эмиссий при езде [17].

Подобные модели учитывают значительное количество факторов, такие как скорость автомобиля, ускорения при езде, физические характеристики автомобиля, влияние ветра и др. Дадим краткую характеристику некоторых из существующих моделей.

Модель EMIT был предложен в работе [3], согласно которой эмиссии в окружающую среду вызваны в основном такими факторами как скорость езды и ускорения. В этой модели отсутствует учет состояния дорог, расход топлива на кондиционирование и др.

Модель VT-MICRO был предложен в работах [4; 21] и представляет собой регрессионную модель, учитывающая мгновенные скорости и ускорения автомобиля. При этом данная модель учитывает состояние автомобиля при старте и позволяет оценить эмиссии только в фазе стабильной езды.

Модель MEF был предложен в работе [6]. Эта модель учитывает не только текущую скорость и ускорения, но и предысторию значений этих показателей в девяти предыдущих временных точках.

Также существуют модели серии SIDRA, содержащая четыре модели для подсчета потребления топлива [6; 11]. Так, например, модель SIDRA-Inst позволяет учитывать текущий расход топлива с учетом таких факторов, как скорость автомобиля, ускорение, состояние дороги, время дня.

Модель SIDRA-4 MODE позволяет рассчитать влияние как движения автомобиля, так и повторные остановки и старты в движении на некотором сегменте дороги.

Другой типичной моделью, предназначенной для вычисления эмиссии выбросов в атмосферу CO₂ автомобильным транспортом, является модель MARS [15], в виде

$$CO_2(t) = a_2[V_{i,j}^{PC}(t)]^2 + a_1V_{i,j}^{PC}(t) + a_0, \quad (2)$$

где CO₂(t) – эмиссия двуокиси углерода определенным типом автомобиля при движении из точки i в точку j (г/км); V_{i,j}^{PC}(t) – средняя скорость автомобиля; a₁, a₂, a₀ – параметры проекта MEET.

Как было отмечено выше, подобных моделей много и в большинстве из них в качестве базового аргумента используется скорость движения автотранспортом. Вместе с тем, скорость движения автотранспорта является функцией времени дня. Указанный вопрос подробно проанализирован в работе [15]. Согласно этой работе, в таком большом городе, как Киев, средняя скорость автомобилей зависит от деловой активности в течение дня (рис. 1).

В работе [18] приведено следующее выражение зависимости средней скорости от времени дня:

$$V(t) = 0,0111t^4 - 0,5933t^3 + 11,067t^2 - 83,874t + 238,34 \quad (3)$$

при R² = 0,7929, где t – время дня; V(t) – скорость движения автомобиля.

При этом, согласно [18], количество потребляемого топлива также зависит от скорости движения (см. рис. 2).

Для автомобилей указанная зависимость имеет вид

$$F = 0,0051V^2 - 0,4533V + 13,38 \quad (4)$$

при R² = 0,9927.

Следовательно, такие критерии, как (1), (2) и тому подобные, при экономико-экологическом подходе к оптимизации функционирования автотранспорта должны быть приняты во внимание. С учетом триады показателей (F, V, t), где F – потребляемое топливо; t – время дня; V – скорость движения; должна быть разра-

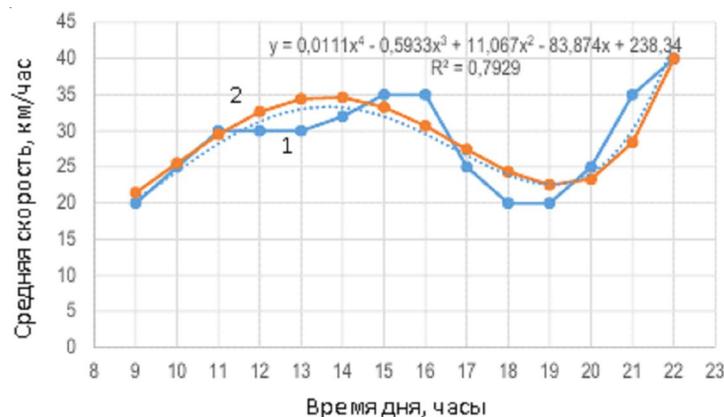


Рис. 1. Зависимость средней скорости автомобилей от времени дня:

1 – фактическая кривая; 2 – полиномиальное приближение

ботана соответствующая методика расчета оптимального режима функционирования транспорта и вычислены оптимальные режимные соотношения.

Материалы и методы

С учетом вышеизложенного можно предложить трехмерное представление режимных показателей функционирования автотранспорта (рис. 3).

На основе экономико-экологического подхода к эффективности функционированию автотранспорта можно предложить следующую общую методику вычисления вредных выбросов в атмосферу:

1. Задаваясь показателем расхода F или временем дня t_i графическим методом определяем скорость движения V_i и время дня или расход.

2. Используя модели (1), (2) или им подобные, вычисляем текущие в течение дня эмиссии C и CO_2 в окружающую среду.

Как видно из трехмерного представления режимных показателей функционирования автотранспорта при экономико-экологическом подходе существует обратная зависимость между показателями v и комплексным показателем

$$S = Ft. \quad (5)$$

Вводимый здесь комплексный показатель S физически означает суммарный рас-

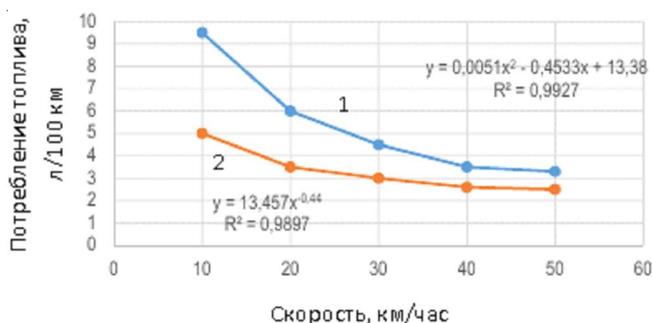


Рис. 2. Кривые зависимости потребляемого топлива от скорости движения [21]:

1 – для автомобилей; 2 – для мотоциклов

Примечание. Источник: [21]

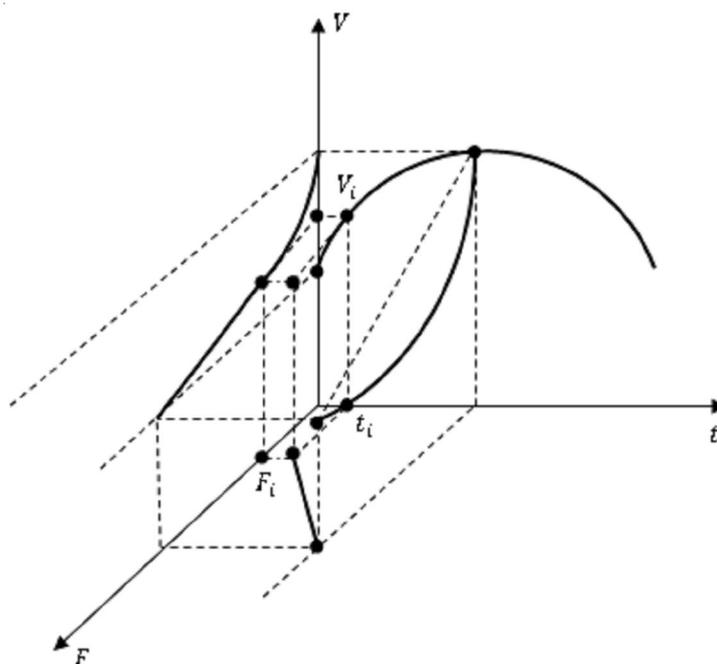


Рис. 3. Трехмерное представление режимных показателей функционирования автотранспорта

ход растущего потока автомобилей, в котором количество автомобилей в потоке увеличивается пропорционально текущему времени. При этом может быть сформирован непрерывный или дискретный поток автомобилей, данные расхода которых передается в телематическую систему [13].

С учетом выражений (4) и (5) напомним

$$S = a_1 V^2 t - a_2 V t + a_3 t, \quad (6)$$

где $a_1 = 0,0051$; $a_2 = 0,4533$; $a_3 = 13,32$.

Введем на рассмотрение функцию

$$V = f(t) \quad (7)$$

и с учетом выражений (6) и (7) сформируем следующий целевой функционал:

$$F = \frac{1}{t_{max}} \int_{t_{min}}^{t_{max}} [a_1 f(t)^2 t - a_2 f(t) t + a_3 t] dt, \quad (8)$$

где

$$F = \frac{1}{t_{max}} \int_{t_{min}}^{t_{max}} S(V(t), t) dt. \quad (9)$$

Допустим, что средняя скорость V в течение дня является постоянной величиной, то есть

$$\frac{1}{t_{max}} \int_{t_{min}}^{t_{max}} f(t) dt = C; \quad C = const. \quad (10)$$

С учетом выражений (8) и (10) сформируем целевой функционал безусловной вариационной оптимизации F_0 :

$$F_0 = \frac{1}{t_{max}} \int [a_1 f(t)^2 t - a_2 f(t) t + a_3 t] dt + \lambda \left[\frac{1}{t_{max}} \int_{t_{min}}^{t_{max}} f(t) dt - C \right], \quad (11)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Решение задачи (11) согласно методу Эйлера должно удовлетворить условию

$$\frac{d\{a_1 f(t)^2 t - a_2 f(t) t + a_3 t + \lambda f(t)\}}{df(t)} = 0. \quad (12)$$

Из условия (12) получаем

$$2a_1 f(t)t - a_2 + \lambda = 0. \quad (13)$$

Из выражения (13) находим

$$f(t) = \frac{a_2 - \lambda}{2a_1 t}. \quad (14)$$

Для выражения λ с учетом (10) и (14) запишем

$$\frac{1}{t_{max}} \int_{t_{min}}^{t_{max}} \frac{a_2 - \lambda}{2a_1 t} dt = C. \quad (15)$$

Из выражения (15) получим

$$\frac{a_2}{2t_{max}a_1} \ln \frac{t_{max}}{t_{min}} - \frac{\lambda}{2a_1 t_{max}} \ln \frac{t_{max}}{t_{min}} = C. \quad (16)$$

Из выражения (16) находим

$$\frac{a_2}{2t_{max}a_1} - \frac{\lambda}{2a_1 t_{max}} = \frac{C}{\ln \frac{t_{max}}{t_{min}}}. \quad (17)$$

Из выражения (17) получим

$$\begin{aligned} \lambda &= \left[\frac{a_2}{2t_{max}a_1} - \frac{C}{\ln \frac{t_{max}}{t_{min}}} \right] 2a_1 t_{max} = \\ &= a_2 - \frac{2t_{max}a_1 C}{\ln \frac{t_{max}}{t_{min}}} \end{aligned} \quad (18)$$

С учетом выражений (14) и (18) окончательно получим

$$f(t) = \frac{\frac{t_{max}C}{\ln \frac{t_{max}}{t_{min}}}}{t} = \frac{C t_{max}}{t \ln \frac{t_{max}}{t_{min}}}. \quad (19)$$

Таким образом, при принятых допущениях экстремум F_0 появляется при обратной зависимости V и t . При этом экстремум является минимумом, так как производная выражения (13) по $f(t)$ оказывается всегда положительной величиной.

При обратной зависимости скорости от текущего времени среднесуммарный расход топлива в указанном растущем потоке автомобилей достигает минимума.

В настоящей статье рассмотрены такие вопросы, как разработка методики определения основных показателей функционирования автомобилей. Показано, что, задавшись расходом топлива или дневным временем, можно

определить соответственно скорость передвижения и дневное время или расход топлива.

Также рассмотрен вопрос о минимизации расхода топлива в потоке автомобилей, количество которых увеличивается пропорционально во времени. Показано, что при постоянстве средней скорости движения расход топлива в таком потоке имеет минимум на участке, в котором скорость движения уменьшается во времени.

Заключение

В ходе выполнения научного исследования была разработана методика взаимосвязанного определения таких показателей функционирования автомобилей как расход, топлива, скорость движения, дневное время. Было показано, что суммарный расход топлива в потоке автомобилей, в котором количество машин увеличивается пропорционально времени, при постоянстве средней скорости, на участке движения, где скорость уменьшается во времени, достигает минимума.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Венецианский, А. С. Дистанционный мониторинг качества атмосферного воздуха города Волгограда / А. С. Венецианский, Е. А. Иванцова, М. П. Шуликина // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 21–28. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>
2. Зализняк, Е. А. КРП государственного управления безопасностью в техносфере на примере охраны атмосферного воздуха / Е. А. Зализняк, Е. А. Иванцова, Е. Р. Зализняк // Природные системы и ресурсы. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 38–50. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.5>
3. A Statistical Model of Vehicle Emissions and Fuel Consumption / A. Cappiello [et al.] // The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems. – 2002. – P. 801–809.
4. Ahn, K. Estimating Vehicle Fuel Consumption and Emissions Based on Instantaneous Speed and Acceleration Levels / K. Ahn, H. Rakha, A. Trani // Journal of Transportation Engineering. – 2002. – Vol. 128, № 2. – P. 182–190.
5. Arceo-Gomez, E. O. Does the Effect of Pollution on Infant Mortality Differ Between Developing and Developed Countries? Evidence from Mexico City / E. O. Arceo-Gomez, R. Hanna, P. Oliva // SSRN Electronic Journal. – 2012. – Vol. 126, № 591. – DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2137022>
6. Bowyer, D. P. Guide to Fuel Consumption Analyses for Urban Traffic Management / D. P. Bowyer, R. Akcelik, D. C. Biggs. – Special Report SR No. 32. – Vermont South : ARRB Transport Research, 1985. – 101 p.
7. Chen, Y. Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy / Y. Chen, A. Ebenstein, M. Greenstone, H. Li // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2013. – Vol. 110, № 32. – P. 12936–12941. – DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1300018110>
8. Childhood Asthma and Exposure to Traffic and Nitrogen Dioxide / W. J. Gauderman [et al.] // Epidemiol. – 2005. – Vol. 16, № 6. – P. 737–743.
9. EU Transport in Figures: Statistical Pocketbook 2021 / European Commission. – URL: https://transport.ec.europa.eu/facts-funding/studies-data/eu-transport-figures-statistical-pocketbook/statistical-pocketbook-2021_en
10. Jimenez-Palacios, J. L. Understanding and Quantifying Motor Vehicle Emissions With Vehicle Specific Power and Tildas Remote Sensing / J. L. Jimenez-Palacios. – URL: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/44505>
11. Linton, C. Approaches and Techniques for Modelling CO₂ Emissions from Road Transport / C. Linton, S. Grant-Muller, W. F. Gale // Transport Reviews. – 2015. – Vol. 35, № 4. – P. 1–21.
12. Liu, C. Path Optimization Model for Urban Transportation Networks Under the Perspective of Environmental Pollution Protection / C. Liu, Z. Li, Y. Li // Hindawi Journal of Advanced Transportation. – 2021. – Vol. 2021 (02). – P. 1–11.
13. Mamedov, Sh. E. Informative Model of Vehicle Telematics Data Cluster Collection Using UAV / Sh. E. Mamedov, E. R. Rahimov // Synchroninfo Journal. – 2024. – Vol. 10, № 2. – P. 21–27.
14. Parallel Management Regulation for Corporate Average Fuel Consumption and New Energy Vehicle Credits, 2020 / Ministry of Industry and Information Technology PRC. – URL: https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/flfg/art/2020/art_2337a6d7ca894c5c8e8483cf9400ecdd.html
15. Pfaffenbichler, P. The Strategic Dynamic and Integrated Urban Land Use and Transport Model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator): Development, Testing and Application : Doctoral Thesis / P. Pfaffenbichler. Wien, 2003. – 200 p.
16. Pindyck, R. S. Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us? / R. S. Pindyck // J. Econ. Lit. – 2013. – Vol. 51, № 3. – P. 860–872.
17. Road Vehicle Emission Rates Development: A Review / V. Franco [et al.] // Atmos Environ. – 2013. – Vol. 70. – P. 84–97.

18. Savchenko, L. V. Modeling Daily Dynamics of Speed and Fuel Consumption for Urban Delivery Means / L. V. Savchenko, M. M. Semeriahina, I. V. Shevchenko // *The Electronic Scientifically and Practical Journal. Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*. – 2021. – Vol. 9, № 8. – P. 31–43.

19. Stern, N. The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk Onto Already Narrow Science Models / N. Stern // *J. Econ. Lit.* – 2013. – Vol. 51, № 3. – P. 838–859.

20. USEPA. Population and Activity of On-road Vehicles in MOVES2014. – URL: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=OTAQ&dirEntryId=309336

21. Virginia Tech Comprehensive Power-Based Fuel Consumption Model: Model Development and Testing / H. Rakha [et al.] // *Transportation Research. Part D: Transport and Environment*. – 2004. – Vol. 9, № 1. – P. 49–74.

REFERENCES

1. Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P. Distantionny monitoring kachestva atmosfornogo vozdukhа goroda Volgograda [Remote Monitoring of Air Quality in the City of Volgograd]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 21-28. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>

2. Zaliznyak E.A. Ivantsova E.A., Zaliznyak E.R. KPI gosudarstvennogo upravleniia bezopasnostiu v tekhnosfere na primere okhrany atmosfornogo vozdukhа [KPI of State Safety Management in the Technosphere on the Example of Atmospheric Air Protection]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2018, vol. 8, no. 3, pp. 38-50. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.5>

3. Cappiello A., Chabini I., Nam E.K. A Statistical Model of Vehicle Emissions and Fuel Consumption. *The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, 2002, pp. 801-809.

4. Ahn K., Rakha H., Trani A. Estimating Vehicle Fuel Consumption and Emissions Based on Instantaneous Speed and Acceleration Levels. *Journal of Transportation Engineering*, 2002, vol. 128, no. 2, pp. 182-190.

5. Arceo-Gomez E.O., Hanna R., Oliva P. Does the Effect of Pollution on Infant Mortality Differ Between Developing and Developed Countries? Evidence from Mexico City. *SSRN Electronic Journal*, 2012, vol. 126, no. 591. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2137022>

6. Bowyer D.P., Akcelik R., Biggs D.C. *Guide to Fuel Consumption Analyses for Urban Traffic*

Management, Special Report SR No. 32. Vermont South, ARRB Transport Research, 1985. 101 p.

7. Chen Y., Ebenstein A., Greenstone M., Li H. Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China’s Huai River Policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, vol. 110, no. 32, pp. 12936-12941. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1300018110>

8. Gauderman W.J., Avol E., Lurmann F. et al. Childhood Asthma and Exposure to Traffic and Nitrogen Dioxide. *Epidemiol.*, 2005, vol. 16, no. 6, pp. 737-743.

9. *EU Transport in Figures: Statistical Pocketbook 2021*. URL: https://transport.ec.europa.eu/facts-funding/studies-data/eu-transport-figures-statistical-pocketbook/statistical-pocketbook-2021_en

10. Jimenez-Palacios J.L. *Understanding and Quantifying Motor Vehicle Emissions with Vehicle Specific Power and TILDAS Remote Sensing*. URL: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/44505>

11. Linton C., Grant-Muller S., Gale W.F. Approaches and Techniques for Modelling CO₂ Emissions from Road Transport. *Transport Reviews*, 2015, vol. 35, no. 4, pp. 1-21.

12. Liu C., Li Z., Li Y. Path Optimization Model for Urban Transportation Networks Under the Perspective of Environmental Pollution Protection. *Hindawi Journal of Advanced Transportation*, 2021, vol. 2021 (02), pp. 1-11.

13. Mamedov Sh.E., Rahimov E.R. Informative Model of Vehicle Telematics Data Cluster Collection Using UAV. *Synchroinfo Journal*, 2024, vol. 10, no. 2, pp. 21-27.

14. *Parallel Management Regulation for Corporate Average Fuel Consumption and New Energy Vehicle Credits, 2020*. URL: https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/flfg/art/2020/art_2337a6d7ca894c5c8e8483cf9400ecdd.html

15. Pfaffenbichler P. *The Strategic Dynamic and Integrated Urban Land Use and Transport Model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator): Development, Testing and Application: Doctoral Thesis*. Wien, 2003. 200 p.

16. Pindyck R.S. Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us? *J. Econ. Lit.*, 2013, vol. 51, no. 3, pp. 860-872.

17. Franco V., Kousoulidou M., Muntean M. et al. Road Vehicle Emission Rates Development: A Review. *Atmos Environ*, 2013, vol. 70, pp. 84-97.

18. Savchenko L.V., Semeriahina M.M., Shevchenko I.V. Modeling Daily Dynamics of Speed and Fuel Consumption for Urban Delivery Means. *The Electronic Scientifically and Practical Journal. Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*, 2021, vol. 9, no. 8, pp. 31-43.

19. Stern N. The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk onto Already Narrow Science Models. *J. Econ. Lift.*, 2013, vol. 51, no. 3, pp. 838-859.

20. USEPA. *Population and Activity of On-Road Vehicles in MOVES2014*. URL: <https://cfpub.epa.gov/si/>

[si_public_record_report.cfm?Lab=OTAQ&dirEntryId=309336](#)

21. Rakha H., Ahn K., Moran K. et al. Virginia Tech Comprehensive Power-Based Fuel Consumption Model: Model Development and Testing. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2004, vol. 9, no. 1, pp. 49-74.

Information About the Authors

Elchin B. oglu Iskenderzade, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Director, Research Institute of Aerospace Informatics of the National Aerospace Agency, S.S. Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Republic of Azerbaijan, isgenderzadeh@rambler.ru

Elshan R. oglu Rahimov, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Department of Informatics and Management of Technical Systems, Baku Higher School of Petroleum, Prosp. Khojaly, 30, AZ1025 Baku, Republic of Azerbaijan, elshan.rahimov@bhos.edu.az

Jeyhun R. oglu Rahimov, Candidate of Sciences (Economics), Department of Economics and Management, Azerbaijan Technical University, Prosp. G. Javida, 25, AZ1125 Baku, Republic of Azerbaijan, jeyhun.rahimov@aztu.edu.az

Информация об авторах

Эльчин Барат оглы Искендерзаде, доктор технических наук, профессор, директор, НИИ аэрокосмической информатики Национального аэрокосмического агентства, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, isgenderzadeh@rambler.ru

Эльшан Расиф оглы Рагимов, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление техническими системами», Бакинская высшая школа нефти, просп. Ходжалы, 30, AZ1025 г. Баку, Азербайджанская Республика, elshan.rahimov@bhos.edu.az

Джейхун Расиф оглы Рагимов, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и менеджмент», Азербайджанский технический университет, просп. Г. Джавида, 25, AZ1125 г. Баку, Азербайджанская Республика, jeyhun.rahimov@aztu.edu.az



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

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.6>

UDC 911.52:581.543

LBC 28.080.17



ISSUES OF ENERGY INDEX MODELING OF VEGETATION PHENOLOGY

Fakhraddin G. oglu Agaev

Research Institute for Space Research of Natural Resources of the National Aerospace Agency,
Baku, Republic of Azerbaijan

Hikmet H. oglu Asadov

Research Institute of Aerospace Informatics of the Natural Resources of the National Aerospace Agency,
Baku, Republic of Azerbaijan

Meraj E. oglu Omarov

National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. The article is devoted to energy index modeling of vegetation phenology. Based on the dual sigmoidal model representation of the phenological cycle, an energy-index approach to phasing the stages of vegetation development and deactivation is proposed. The optimal laws for changing the amplitude of the model in the phases of development and decontamination have been determined, at which the energy released by vegetation into the environment can reach a maximum. The relationship between the LAI index and the phenological state of vegetation has been investigated. The study of the relationship of LAI with another phenological indicator of vegetation, in particular the prognostic phenological state of vegetation P . It is shown that despite the inverse logarithmic relationship between LAI and FPAR, and also due to the direct dependence of P and FPAR, averaged over all possible values of f_v , the value of P increases in the presence of a direct relationship between LAI and f_v .

Key words: phenology, vegetation, modeling, energy index approach, vegetation index, LAI.

Citation. Agaev F.G. oglu, Asadov H.H. oglu, Omarov M.E. oglu. Issues of Energy Index Modeling of Vegetation Phenology. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 55-63. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.6>

ВОПРОСЫ ЭНЕРГОИНДЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФЕНОЛОГИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Фахрадин Гульали оглы Агаев

НИИ космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Хикмет Гамид оглы Асадов

НИИ аэрокосмической информатики Национального аэрокосмического агентства,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Мерадж Эльдар оглы Омаров

Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация. Статья посвящена энергоиндексному моделированию фенологии растительности. На базе сдвоенного сигмоидального модельного представления фенологического цикла предложен энергоиндексный подход к фазированию этапов развития и деактивации растительности. Определены оптимальные законы изменения амплитуды модели в фазах развития и деактивации, при которых выделяемая растительностью энергия в окружающую среду может достичь максимума. Исследована связь между индексом LAI и фенологическим состоянием растительности. Проведено исследование взаимосвязи LAI с другим фенологическим показателем растительности, в частности с прогностическим фенологическим состоянием растительности P . Показано, что несмотря на инверсно-логарифмическую связь между LAI и FPAR, а также благодаря прямой зависимости P и FPAR, усредненная по всевозможным значениям f_v значение P растет при наличии прямой связи между LAI и f_v .

Ключевые слова: фенология, растительность, моделирование, энергоиндексный подход, вегетационный индекс, LAI.

Цитирование. Агаев Ф. Г. оглы, Асадов Х. Г. оглы, Омаров М. Э. оглы. Вопросы энергоиндексного моделирования фенологии растительности // Природные системы и ресурсы. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 55–63. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2024.2.6>

Введение

Фенология растительности характеризуется четырьмя основными фенологическими фазами, определяемыми переходными датами. Следующие фазы определяют динамику растительности в масштабе одного года: 1) рост (green up) – начало фотосинтетической активности; 2) фаза зрелости, в которой площадь зеленых листьев достигает максимума; 3) увядание – фаза, в которой фотосинтетическая активность и площадь зеленых листьев начинает быстро уменьшаться; 4) этап бездействия (dormancy) – этап, в которой физиологическая активность растительности почти равна нулю [15].

На рисунке 1 схематически показаны даты перехода с одной фазы в другую в виде

минимумов и максимумов скорости изменения кривой.

Например, цикл увядания может быть охарактеризован следующей логистической функцией [10; 15; 17; 18]:

$$y(t) = \frac{c}{1 + \exp(a + bt)} + d, \quad (1)$$

где t – время, дни; $y(t)$ – значение вегетационного индекса в момент t ; a , b – параметры, определяемые путем подбора; $(c + d)$ – максимальная величина вегетационного индекса; d – предыдущее значение этого индекса.

Вместе с тем одна логистическая функция характеризует лишь один переход фаз с двумя датами перехода. В работе [4] была предложена двойная логистическая модель. Та-

кая модель, согласно [4], имеет некоторые преимущества, по сравнению с моделями на базе сплайнов и гармоническими моделями [9; 12].

В сдвоенной логистической функции фазы созревания (озеленения) и увядания характеризуются различными сигмоидальными функциями, а физический смысл параметров связаны ростом и увяданием растительности. Двойная логистическая модель имеет следующий вид:

$$f(t) = A_1 + A_2 \times \left(\frac{1}{1 + \exp[-m_1(t - n_1)]} - \frac{1}{1 + \exp[-m_2(t - n_2)]} \right), \quad (2)$$

где $f(t)$ – вегетационный индекс в момент t ; A_1 и A_2 – значения фона и амплитуды вегетационного индекса; $(m_1$ и $n_1)$ (m_2 и n_2) – пары параметров, характеризующих фазы роста и увядания растительности соответственно; n_1 и n_2 – даты максимума роста и увядания в сигмоидальной функции; m_1 и m_2 – определяют покатость формы сигмоидальных функций.

Вместе с тем модель (2) используется обычно применительно к вегетационным индексам. Растительность является энергонасыщенным объектом и переходы с одной фазы фенологии в другую фазу будучи по сути переходом с одного энергетического состояния в другое, не могут быть охарактеризованы таким понятием как амплитуда. В предлагаемом энергофенологическом подходе если $f(t)$ в уравнении (2) интегрировать по t , то есть по всему фенологическому периоду (то есть за год), в принципе мы должны получить всю кажущуюся энергию, выдаваемую растительностью в окружающий мир. В таком случае $f(t)$ можно рассматривать в качестве мощности

растительности, и далее, считая A_1^2 и A_2^2 некоррелированными мощностями переписать выражение (2) в виде

$$f(t) = A_1^2 + A_2^2 \times \left(\frac{1}{1 + \exp[-m_1(t - n_1)]} - \frac{1}{1 + \exp[-m_2(t - n_2)]} \right), \quad (3)$$

где A_1, A_2 – соответственно амплитуда фона и амплитуда растительности.

Вместе с тем модели типа (2) и (3) могут охарактеризовать одну конкретную растительность при надлежащем подбора параметров A_2, m_1, n_1 . В случае если требуется охарактеризовать группу однотипных растений возникает вопрос о необходимости обобщения этих моделей применительно по всем растениям. В этом смысле определенный интерес представляет вопрос о потенциальной возможности модели (2) в смысле достижения экстремума интеграла второй составляющей на правой стороне (2), то есть следующего выражения:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} A^2 \times \left(\frac{1}{1 + \exp[-m_1(t - n_1)]} - \frac{1}{1 + \exp[-m_2(t - n_2)]} \right) dt. \quad (4)$$

По сути показатель S определяет ту энергию колоколо-образного импульса формирующегося в результате вычитания двух сигмоидальных импульсов в выражении (4). В общем случае задача оптимизации, то есть выбора такой взаимосвязи параметров, входящих в (4), при которой S достиг бы экстремума, может быть разделена на две задачи:

- оптимизация на этапе перехода на фазу роста;

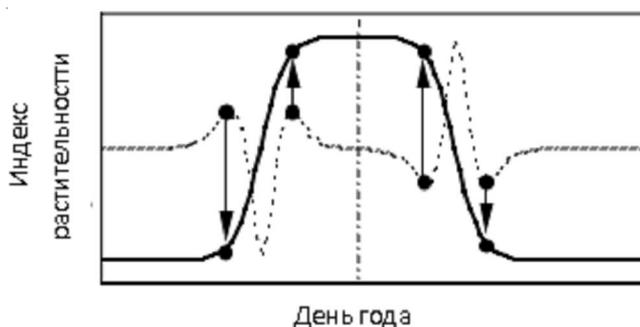


Рис. 1. Даты перехода фенологических фаз:

точки – даты перехода; пунктиры – экстремумы скорости перехода фаз

Примечание. Источник: [15].

– оптимизация на этапа перехода на фазу увядания.

Вместе с тем предлагаемый энергоиндексный подход подразумевает также учета энергосвязанности используемого вегетационного индекса в фенологическом фазировании развития растительности. В качестве такового индекса могут быть взяты NDVI и LAI. Однако, как нам представляется, эффект насыщения NDVI при высоком содержании хлорофилла листьях делает этот индекс мало пригодным при энергоиндексном подходе к фенологии. Следовательно, более рациональным выбором можно считать использование индекса LAI в указанных целях. Проанализируем вопрос об энергосвязанности индекса LAI.

Как отмечается в работе [14], индекс листовой площади (LAI) количественно определяет взаимосвязь атмосферы и кроны растения, в частности масштабы обмена скрытых и оседаемых тепловых потоков и CO₂ между ними. Согласно [1–3; 8; 13], LAI и фракционный показатель покрытия (кроны) растения являются необходимыми данными для текущего мониторинга состояния развития растений и валидации данных дистанционного зондирования. Измерение временной динамики LAI также используется для калибровки параметров моделей начального развития растений для прогнозирования объемов биомассы [11].

По определению, LAI является отношением односторонней площади листьев к единой площади земной поверхности. Индекс площади растительности PAI определяется как

$$PAI = LAI + SAI, \quad (5)$$

где SAI – индекс площади ствола и веток растительности. Показатели PAI и SAI, так же как LAI, являются безразмерными показателями и характеризуют долю покрытия площадей соответственно всей растительности, листьев и ствола и веток единой площади земной поверхности.

LAI является важным энергосвязанным показателем для исследования фенологии растений [6]. Для выяснения связи LAI с фенологическими показателями роста растений рассмотрим некоторые известные базовые положения этой связи.

Согласно [5; 7], фенологическое состояние растительности P линейно связано с та-

ким показателем как FPAR (доля фотосинтетически активной радиации, принимаемая растительностью), то есть

$$P = f(FPAR), \quad (6)$$

где функция $f(x)$ определяется следующим образом:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq x_{min} \\ \frac{x - x_{min}}{x_m - x_{min}}, & \text{если } x_{min} < x. \\ 1, & \text{если } x \geq x_{max} \end{cases} \quad (7)$$

Согласно работам [5; 7; 16], биофизическое состояние LAI м²м⁻² связано с FPAR через модель захвата световой радиации следующим уравнением:

$$LAI = \frac{\ln\left(1 - \frac{FPAR}{f_v}\right)}{\ln(1 - FPAR_{sat})} \cdot LAI_{max} f_v, \quad (8)$$

где f_v – показатель доли растительности; $FPAR_{sat}$ – значение FPAR при LAI = LAI_{max}.

Далее, с учетом вышеизложенного рассматриваются решения ряда оптимизационных задач, вытекаемых из предлагаемого энергоиндексного подхода фенологическому фазированию развития растительности.

Материалы и методы

Рассмотрим первую из вышеуказанных задач оптимизации. Введем на рассмотрение функцию

$$A_2 = f(m_1). \quad (9)$$

Физический смысл которой заключается в выборе крутизны перехода к фазе роста в зависимости от величины амплитуды v_2 .

В качестве целевого функционала рассмотрим следующее выражение:

$$F = \int_{t_{min}}^{t_{max}} A_2^2(t) \frac{dt}{1 + \exp[m_1(t - n_1)]}. \quad (10)$$

Для решения данной задачи применим к функции (9) следующее ограничительное условие:

$$\int_{t_{min}}^{t_{max}} A_2(t) dt = C_1; \quad C_1 = const. \quad (11)$$

Физический смысл ограничения (6) заключается в следующем. При возникновении крайне благоприятных условий роста растений показатели A_2 и t оказываются прямо пропорциональными, то есть чем больше скорость, тем больше A_2 . Однако, в реальном случае прямо пропорциональна линейная связь между t и A_2 часто нарушается в другую сторону вокруг указанных прямых линий (рис. 2).

С учетом выражений (10) и (11) составим целевой функционал безусловной вариационной оптимизации F_1 , условно приняв $t_{min} = 0$.

$$F_1 = \int_{t_{min}}^{t_{max}} A_2^2(t) \frac{dt}{1 + \exp[m_1(t - n_1)]} - \lambda \left[\int_{t_{min}}^{t_{max}} A_2(t) dt - C \right], \quad (12)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Решение задачи (12) должно удовлетворить условию

$$\frac{2A_2(t)}{1 + \exp[-m_1(t - n_1)]} - \lambda = 0. \quad (13)$$

Из выражения (13) получим

$$A_2(t) = \frac{\lambda[1 + \exp[-m_1(t - n_1)]]}{2}. \quad (14)$$

При решении (14) F_1 достигает минимума, так как производная выражения (13) по $A_2(t)$ оказывается положительной величиной. Таким образом, при решении типа (14) следует ожидать минимального объема выделяемой энергии, а следовательно, в этом случае можно рекомендовать выбор функций $A_2(t)$ из

группы 1, показанных на рисунке 2. Рассмотрим процесс перехода к фазе деактивации. В этом случае целевой функционал, соответствующий функционалу (7) будет иметь вид

$$F_2 = \int_{t_1}^{t_{max}} A_2^2(t) \frac{dt}{1 + \exp[-m_2(t - n_2)]} - \lambda_2 \left[\int_{t_1}^{t_{max}} A_2(t) dt - C_2 \right], \quad (15)$$

где $C_2 = \int_{t_1}^{t_{max}} A_2(t) dt$; t_1 – точка преломления на заднем фронте колоколообразного импульса, показанного на рисунке 1.

Решение задачи (15) удовлетворяет условию

$$\frac{2A_2(t)}{1 + \exp[-m_2(t - n_2)]} - \lambda_2 = 0. \quad (16)$$

Из выражения (16) находим

$$A_2(t) = \lambda_2 [1 + \exp[-m_2(t - n_2)]] \quad (17)$$

При решении (17) функционал F_2 достигает минимума, т.к. производная (16) по $A_2(t)$ оказывается положительной величиной. С точки зрения достижения высокого энергофенологического показателя F_2 должна иметь минимальную величину.

Следовательно, в фазе роста, то есть в промежутке $(0 - t_1)$ функция $A_2(t)$ должен иметь возрастающий вид, а в диапазоне $(t_1 - t_{max})$ убывающий. Такой порядок изменения амплитуды A_2 во времени может оптимизировать энергофенологическую активность растительности.

Таким образом, как видно из выражений (6)–(10) в интервале $(F_{PAR_{max}} - F_{PAR_{min}})$ по-

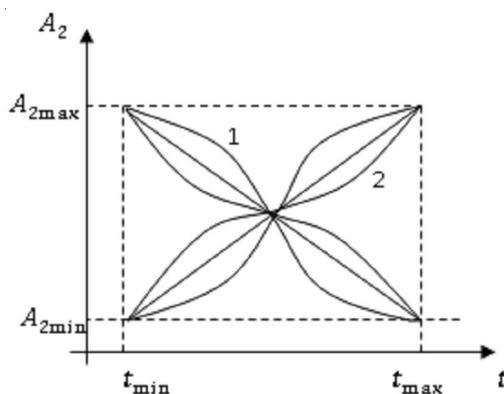


Рис. 2. Геометрическая интерпретация условия (11)

казатель «прогностическое фенологическое состояние» линейно зависит от FPAR, который инверсно-логарифмически определяет величину LAI. Следовательно, LAI может быть использован показателем фенологического состояния растительности. В выражении (8) примем:

$$\ln(1 - FPAR_{sat}) = C_1; \quad LAI_{max} = C_2.$$

В этом случае из (8) получаем

$$\ln(1 - FPAR/f_v) = \frac{LAI}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}. \quad (18)$$

Из выражения (18) находим

$$1 - \frac{FPAR}{f_v} = \exp\left(\frac{LAI}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}\right). \quad (19)$$

Из (19) получим

$$FPAR = f_v \left[1 - \exp\left(\frac{LAI}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}\right)\right]. \quad (20)$$

С учетом (6) и (20) находим

$$P = f \left(f_v \left[1 - \exp\left(\frac{LAI}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}\right)\right]\right). \quad (21)$$

Таким образом, с увеличением LAI показатель P прогностического фенологического состояния экспоненциально уменьшается.

Вместе с тем определенным интересом представляет следующий вопрос: Каким образом может повлиять на показатель P функциональная зависимость LAI от f_v . Следовательно, для исследования данного вопроса необходимо принять вероятностную модель и далее исследовать зависимость P от вводимой функции

$$LAI = \Psi(f_v). \quad (22)$$

Для упрощения математической записи в первую очередь примем равновероятную модель f_v , то есть

$$f_v = \begin{cases} 0; & \text{если } f_v = 0 \\ \frac{f_v - f_{v.min}}{f_{v.max} - f_{v.min}}; & \text{если } f_{min} < f_v < f_{v.max} \\ 1; & \text{если } f_v = f_{v.max} \end{cases}. \quad (23)$$

С учетом модели (11) среднюю величину (9) определим как

$$P_{cp} = \frac{1}{f_{v.max}} \int_0^{f_{v.max}} k \cdot f_v \left[1 - \exp\left(\frac{\Psi(f_v)}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}\right)\right] df_v. \quad (24)$$

где $k = \text{const}$.

Для вычисления оптимальной функции $\Psi(f_v)$ наложим на эту функцию следующее ограничительное условие:

$$\int_0^{f_{v.max}} \Psi(f_v) df_v = C_0; \quad C_0 = \text{const}. \quad (25)$$

С учетом выражений (24) и (25) можно сформулировать задачу безусловной вариационной оптимизации, целевой функционал которой имеет вид

$$P_{cp} = \frac{1}{f_{v.max}} \int_0^{f_{v.max}} k f_v \left[1 - \exp\left(\frac{\Psi(f_v)}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}\right)\right] df_v + \lambda \left[\int_0^{f_{v.max}} \Psi(f_v) df_v - C_0 \right], \quad (26)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Решение задачи (26) должно удовлетворить условию

$$d \left\{ \frac{k}{f_{v.max}} f_v \left[1 - \exp\left(\frac{\Psi(f_v)}{f_v} \cdot \frac{C_1}{C_2}\right)\right] + \lambda \Psi(f_v) \right\} / d\Psi(f_v) = 0; \quad (27)$$

$$- \frac{k \cdot f_v}{f_{v.max}} \exp\left(\frac{\Psi(f_v) C_1}{f_v C_2}\right) \cdot \frac{C_1}{C_2 \cdot f_v} + \lambda = 0. \quad (28)$$

Из выражения (28) получим

$$\exp\left(\frac{\Psi(f_v) \cdot C_1}{f_v \cdot C_2}\right) = \frac{\lambda \cdot f_{v.max}}{k} \cdot \frac{C_2}{C_1}. \quad (29)$$

Логарифмируя (29), находим

$$\Psi(f_v) = \frac{f_v \cdot C_2}{C_1} \cdot \ln\left(\frac{\lambda \cdot f_{v.max}}{k} \cdot \frac{C_2}{C_1}\right) = C_3 f_v, \quad (30)$$

где

$$C_3 = \frac{C_2}{C_1} \cdot \ln\left(\frac{\lambda \cdot f_{v.max}}{k} \cdot \frac{C_2}{C_1}\right).$$

Таким образом, при решении (30) показатель P_{cp} достигает экстремальной величины.

Для определения типа экстремума функционала (26) можно вычислить производную выражения (28) по искомой функции и убедиться, что этот экстремум является максимумом. С учетом выражений (24) и (30) вычислим максимально возможную величину P_{cp} . Имеем

$$P_{cp,max} = \int_0^{f_{v,max}} \frac{k}{f_{v,max}} \cdot f_v \left[1 - \exp\left(-\frac{C_3 C_1}{C_2}\right) \right] df_v = \frac{C_4 \cdot f_{v,max}^2}{2}, \quad (31)$$

где

$$C_4 = \frac{k \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{C_3 C_1}{C_2}\right) \right]}{f_{v,max}}. \quad (32)$$

Таким образом, максимальная величина P_{cp} находится в квадратической зависимости от $f_{v,max}$.

Заключение

Предложен энергоиндексный подход к фазированию этапов развития и деактивации растительности, базирующийся на двойном сигмоидальном модельном представлении фенологического цикла.

Определены оптимальные законы изменения амплитуды модели в фазах развития и деактивации при которых выделяемая растительностью энергия в окружающую среду может достичь максимума.

Исследование связи LAI с фенологическими показателями растений, в частности прогностическим фенологическим состоянием растительности P показало, что несмотря на инверсно-логарифмическую связь между LAI и $\frac{FPAR}{f_v}$, благодаря прямой зависимости P и FPAR, усредненная по всевозможным значениям f_v значение P растет при наличии прямой связи между LAI и f_v .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аль-Чаабави, М. Р. А. Полевое эталонирование космоснимков агроландшафтов на территории южной части Месопотамской низменности / М. Р. А. Аль-Чаабави, Е. А. Иванцова // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 9. – С. 7–13.

2. 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.

3. 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 : Изд-во ВолГУ, 2015. – С. 204–209.

4. A Dataset of 30 m Annual Vegetation Phenology Indicators (1985–2015) in Urban Areas of the Conterminous United States / X. Li [et al.] // Earth Syst. Sci. Data. – 2019. – Vol. 11, № 2. – P. 881–894.

5. A Global 9-yr Biophysical Land Surface Dataset from NOAA AVHRR Data / S. O. Los [et al.] // J. Hydrometeorol. – 2000. – Vol. 1. – P. 183–199.

6. A Global Reanalysis of Vegetation Phenology / R. Stöckli [et al.] // Journal of Geophysical Research. – 2011. – Vol. 116. – G03020.

7. A Revised Land Surface Parameterization (SiB2) for Atmospheric GCMs. 1. Model Formulation / P. J. Sellers [et al.] // J. Clim. – 1996. – № 9. – P. 676–705.

8. Canisius, F. Comparison and Evaluation of Medium Resolution Imaging Spectrometer Leaf Area Index Products Across a Range of Land Use / F. Canisius, R. Fernandes, J. Chen // Rem. Sens. Environ. – 2010. – Vol. 114. – P. 950–960.

9. Carrao, H. A Nonlinear Harmonic Model for Fitting Satellite Image Time Series: Analysis and Prediction of Land Cover Dynamics / H. Carrao, P. Goncalves, M. Caetano // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. – 2010. – Vol. 48. – P. 1919–1930.

10. Climate Change, Phenology and Phenological Control of Vegetation Feedbacks to the Climate System / A. D. Richardson [et al.] // Agric. For. Meteorol. – 2013. – Vol. 169. – P. 156–173.

11. Guerif, G. Calibration of the SUCROS Emergence and Early Growth Module for Sugar Beet Using Optical Remote Sensing Data Assimilation / G. Guerif, C. Duke // Eur. J. Agron. – 1998. – Vol. 9. – P. 127–136.

12. Interactions Between Urban Vegetation and Surface Urban Heat Islands: A Case Study in the Boston Metropolitan Region / E. K. Melaas [et al.] // Environ. Res. Lett. – 2016. – Vol. 11, № 5. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/5/054020>

13. Liu, J. Retrieval of Leaf Area Index From Top-Of-Canopy Digital Photography Over Agricultural Crops / J. Liu, E. Pattey // Agric. For. Meteorol. – 2010. – Vol. 150. – P. 1485–1490.

14. Measuring Leaf Area Index From Colour Digital Image of Wheat Crop / R. N. Bappa Das [et al.]

// Journal of Agrometeorology. – 2016. – Vol. 18, № 1. – P. 22–28. – DOI: <https://doi.org/10.54386/jam.v18i1.885>

15. Monitoring Vegetation Phenology Using MODIS / X. Zhang [et al.] // Remote Sensing of Environment. – 2003. – Vol. 84, № 3. – P. 471–475.

16. Monsi, M. On the Factor Light in Plant Communities and Its Importance for Matter Production / M. Monsi, T. Saeki // Ann. Bot. – 2005. – № 95. – P. 549.

17. Phenocams Bridge the Gap Between Field and Satellite Observations in an Arid Grassland Ecosystem / D. Browning [et al.] // Remote Sens. – 2017. – Vol. 9, № 10. – P. 1071. – DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/rs9101071>

18. Tracking Forest Phenology and Seasonal Physiology Using Digital Repeat Photography: A Critical Assessment / T. F. Keenan [et al.] // Ecol. Appl. – 2014. – Vol. 24, № 6. – P. 1478–1489.

REFERENCES

1. Al-Chaabavi M.R.A., Ivantsova E.A. Polevoye etalonirovaniye kosmosnimkov agrolandshaftov na territorii yuzhnoy chasti Mesopotamskoy nizmennosti [Field Etching of Satellite Images of Agricultural Landscapes on the Territory of the Southern Part of the Mesopotamian Lowland]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2022, no. 9, pp. 7-13.

2. Ovsyankin R.V., Ivantsova E.A. Kompyuternoye kartografirovaniye sokhrannosti zelenykh nasazhdeniy v gorodskikh landshaftakh [Computer Mapping of Green Plantings Preservation in Urban Landscapes]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye* [Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.], 2016, no. 2 (42), pp. 134-140.

3. Ryasnov V.A., Ivantsova E.A. Primeneniye metoda deshifirovaniya kosmosnimkov pri otsenke sostoyaniya lesnykh tsenozov Volgo-Akhtubinskoy poymy [Application of the Method of Decoding Satellite Images in Assessing the State of Forest Cenoses of the Volga-Akhtuba Floodplain]. *Ekologicheskaya bezopasnost i okhrana okruzhayushchey sredy v regionakh Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Environmental Safety and Environmental Protection in the Regions of Russia: Theory and Practice. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2015, pp. 204-209.

4. Li X., Zhou Y., Meng L. et al. A Dataset of 30 m Annual Vegetation Phenology Indicators (1985–2015) in Urban Areas of the Conterminous United States. *Earth Syst. Sci. Data*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 881-894.

5. Los S.O., Pollack N.H., Parris M.T. A Global 9-Yr Biophysical Land Surface Dataset from NOAA AVHRR Data. *J. Hydrometeorol*, 2000, vol. 1, pp. 183-199.

6. Stuckli R., Rutishauser T., Baker I. et al. A Global Reanalysis of Vegetation Phenology. *Journal of Geophysical Research*, 2011, vol. 116, G03020.

7. Sellers P.J., Randall D.A., Collatz G.J. et al. A Revised Land Surface Parameterization (SiB2) for Atmospheric GCMs. 1. Model Formulation. *J. Clim.*, 1996, no. 9, pp. 676-705.

8. Canisius F., Fernandes R., Chen J. Comparison and Evaluation of Medium Resolution Imaging Spectrometer Leaf Area Index Products Across a Range of Land Use. *Rem. Sens. Environ.*, 2010, vol. 114, pp. 950-960.

9. Carrao H., Goncalves P., Caetano M. A Nonlinear Harmonic Model for Fitting Satellite Image Time Series: Analysis and Prediction of Land Cover Dynamics. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 2010, vol. 48, pp. 1919-1930.

10. Richardson A.D., Keenan T.F., Migliavacca M. et al. Climate Change, Phenology and Phenological Control of Vegetation Feedbacks to the Climate System. *Agric. For. Meteorol.*, 2013, vol. 169, pp. 156-173.

11. Guerif G., Duke C. Calibration of the SUCROS Emergence and Early Growth Module for Sugar Beet Using Optical Remote Sensing Data Assimilation. *Eur. J. Agron.*, 1998, vol. 9, pp. 127-136.

12. Melaas E.K., Wang J.A., Miller D.L., Friedl M. Interactions Between Urban Vegetation and Surface Urban Heat Islands: A Case Study in the Boston Metropolitan Region. *Environ. Res. Lett.*, 2016, vol. 11, no. 5. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/5/054020>

13. Liu J., Pattey E. Retrieval of Leaf Area Index from Top-Of-Canopy Digital Photography over Agricultural Crops. *Agric. For. Meteorol.*, 2010, vol. 150, pp. 1485-1490.

14. Bappa Das R.N., Sahoo S.P., Gopal Krishna V.K. et al. Measuring Leaf Area Index from Colour Digital Image of Wheat Crop. *Journal of Agrometeorology*, 2016, no. 18 (1), pp. 22-28. DOI: <https://doi.org/10.54386/jam.v18i1.885>

15. Zhang X., Friedl M.A., Schaaf C.B. et al. Monitoring Vegetation Phenology Using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 2003, vol. 84, no. 3, pp. 471-475.

16. Monsi M., Saeki T. On the Factor Light in Plant Communities and Its Importance for Matter Production. *Ann. Bot.*, 2005, no. 95, p. 549.

17. Browning D., Karl J., Morin D. et al. Phenocams Bridge the Gap Between Field and Satellite Observations in an Arid Grassland Ecosystem. *Remote Sens.*, 2017, vol. 9 (10), p. 1071. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/rs9101071>

18. Keenan T.F., Darby B., Felts E. et al. Tracking Forest Phenology and Seasonal Physiology Using Digital Repeat Photography: A Critical Assessment. *Ecol. Appl.*, 2014, vol. 24, no. 6, pp. 1478-1489.

Information About the Authors

Fakhraddin G. oglu Agaev, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Director, Research Institute for Space Research of Natural Resources of the National Aerospace Agency, S.S. Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Republic of Azerbaijan, director.tehti@mail.ru

Hikmet H. oglu Asadov, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of the Department, Research Institute of Aerospace Informatics of the National Aerospace Agency, S.S. Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Republic of Azerbaijan, asadzade@rambler.ru

Meraj E. oglu Omarov, Doctoral Student, National Aerospace Agency, S.S. Akhundova St, 1, AZ1115 Baku, Republic of Azerbaijan, meracomarov@gmail.com

Информация об авторах

Фахрадин Гульали оглы Агаев, доктор технических наук, профессор, директор, НИИ космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, director.tehti@mail.ru

Хикмет Гамид оглы Асадов, доктор технических наук, профессор, начальник отдела, НИИ аэрокосмической информатики Национального аэрокосмического агентства, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, asadzade@rambler.ru

Мерадж Эльдар оглы Омаров, докторант, Национальное аэрокосмическое агентство, ул. С.С. Ахундова, 1, AZ1115 г. Баку, Азербайджанская Республика, meracomarov@gmail.com



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 157005



48>