

ISSN 2500-2961  
УДК 55:57:58:59:61:91

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
**ТЕХНОЛОГИИ**

2025. Т. 15. № 4

**Природа и человек:  
экологические исследования**

**Учредитель  
и издатель:**

Московский  
педагогический  
государственный  
университет

Свидетельство  
о регистрации СМИ:  
ПИ № ФС 77–67765  
от 17.11.2016 г.

**Адрес редакции:**

109240, Москва,  
ул. В. Радищевская,  
д. 16–18, каб. 223

**Сайт:** soc-ecol.ru

**E-mail:**

izdat\_mgou@mail.ru

Издается с 2011 г.

Выходит 4 раза в год

Журнал входит в Перечень ведущих  
рецензируемых научных журналов  
и изданий ВАК РФ:

**Биологические науки**

- 1.5.9. Ботаника
- 1.5.7. Генетика
- 1.5.15. Экология
- 1.5.19. Почвоведение
- 1.5.20. Биологические ресурсы
- 1.5.5. Физиология человека и животных
- 1.5.24. Нейробиология

**Географические науки**

- 1.6.12. Физическая география  
и биогеография, география почв  
и геохимия ландшафтов
- 1.6.21. Геоэкология

**Подписной индекс журнала** по Объединенному каталогу  
«Пресса России» – **85004**

ISSN 2500-2961

# ENVIRONMENT AND HUMAN: ECOLOGICAL STUDIES

2025. Vol. 15. No. 4

## **Socialno-ecologicheskie Technologii**

**The Founder  
and Publisher:**

Moscow Pedagogical  
State University

Mass media  
registration  
certificate

ПИ № ФС 77–67765  
as of 17.11.2016

**Editorial office:**

Moscow, Russia,  
Verhnyaya  
Radishchevskaya str.,  
16–18, room 223,  
109240

The journal is included in the list of the leading peer-reviewed scholarly journals the Higher Attestation Commission of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation recommended to PhD candidates and those working for their habilitation who wish to publish the results of their research

The journal has been published since 2011

The journal is published 4 times a year

E-mail: [izdat\\_mgopu@mail.ru](mailto:izdat_mgopu@mail.ru)

Information on journal can be accessed via: [soc-ecol.ru](http://soc-ecol.ru)

## Редакционная коллегия

*Главный редактор*

**Марина Викторовна Костина** – доктор биологических наук, доцент; профессор кафедры ботаники Института биологии и химии, Московский педагогический государственный университет

*Заместитель главного редактора*

**Зинаида Ивановна Гордеева** – кандидат географических наук, профессор; профессор кафедры экологии и природопользования географического факультета, Московский педагогический государственный университет

*Ответственный секретарь*

**Екатерина Олеговна Королькова** – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры ботаники Института биологии и химии, Московский педагогический государственный университет; доцент кафедры клеточной биологии факультета биологии и биотехнологии, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва

**Павел Алексеевич Агапов** – кандидат биологических наук; доцент кафедры анатомии и физиологии человека и животных Института биологии и химии, Московский педагогический государственный университет; научный сотрудник лаборатории анатомии и архитектоники мозга Отдела исследований мозга, Научный центр неврологии, г. Москва

**Ирина Олеговна Алябина** – доктор биологических наук, доцент; профессор кафедры географии почв факультета почвоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

**Ирина Вениаминовна Беляева-Чемберлен** – доктор биологических наук; редактор содержания (номенклатура и таксономия) баз данных растений и грибов отдела «Биоразнообразие, биоинформатика и анализ распространения растений», Королевские ботанические сады, Кью, Великобритания

**Владимир Владимирович Бобров** – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории сохранения биоразнообразия и использования биоресурсов, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

**Алексей Владимирович Богданов** – доктор биологических наук; главный научный сотрудник лаборатории прикладной физиологии высшей нервной деятельности человека, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва

**Василий Николаевич Бурдь** – доктор химических наук (ВАК Республики Беларусь); профессор кафедры химии и химической технологии факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Республика Беларусь

**Владимир Павлович Викторov** – доктор биологических наук, доцент; заведующий кафедрой ботаники Института биологии и химии, Московский педагогический государственный университет

**Юлия Константиновна Виноградова** – доктор биологических наук; главный научный сотрудник отдела флоры, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

**Юрий Никифорович Водяницкий** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры общего почвоведения факультета почвоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

**Ольга Владимировна Галанина** – кандидат биологических наук; доцент кафедры биогеографии и охраны природы Института наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет

**Владимир Борисович Дорохов** – доктор биологических наук; заведующий лабораторией нейробиологии сна и бодрствования, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва

**Александр Сергеевич Зернов** – доктор биологических наук; профессор кафедры высших растений биологического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

**Василий Иванович Ерошенко** – кандидат педагогических наук, доцент; заведующий кафедрой экологии и природопользования географического факультета, Московский педагогический государственный университет

**Сергей Вячеславович Левыкин** – доктор географических наук, профессор; заведующий отделом степей и природопользования, Институт степи Уральского отделения РАН, г. Оренбург

**Дмитрий Леонидович Лопатников** – доктор географических наук, доцент; старший научный сотрудник лаборатории географии мирового развития, Институт географии РАН, г. Одинцово Московской обл.

**Татьяна Михайловна Лысенко** – доктор биологических наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории проблем фиторазнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти Самарской области; ведущий научный сотрудник лаборатории общей геоботаники, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

**Ирина Владимировна Лянгузова** – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; ведущий научный сотрудник лаборатории экологии растительных сообществ, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

**Наталья Олеговна Минькова** – кандидат биологических наук, доцент; заместитель проректора по учебной работе, Севастопольский государственный университет

**Сергей Владимирович Наугольных** – доктор геолого-минералогических наук, профессор; главный научный сотрудник лаборатории палеофлористики, Геологический институт РАН, г. Москва

**Наталья Борисовна Панкова** – доктор биологических наук, доцент; главный научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии, Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии, г. Москва

**Светлана Камильевна Пятунина** – кандидат биологических наук, доцент; директор Института биологии и химии, Московский педагогический государственный университет

**Владимир Николаевич Сальков** – доктор медицинских наук; старший научный сотрудник лаборатории функциональной морфохимии Отдела исследований мозга, Научный центр неврологии, г. Москва

**Олег Викторович Созинов** – доктор биологических наук, доцент (ВАК Республики Беларусь); заведующий кафедрой системной биологии, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь

**Владимир Семёнович Фридман** – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории экологии, биологических инвазий и охраны природы кафедры высших растений биологического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

**Алексей Владимирович Чернов** – доктор географических наук, доцент; ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

**Михаил Сергеевич Яблоков** – кандидат биологических наук; представитель от России, Международный союз охраны природы и природных ресурсов, г. Глен, Швейцария; координатор, Ассоциация заповедников и национальных парков Северо-запада России, пос. Пржевальское, Смоленская обл.; главный специалист, Информационно-аналитический центр поддержки заповедного дела, г. Москва

## Editorial Board

### *Editor-in-Chief*

**Marina V. Kostina** – professor at the Department of Botany at the Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University, Russia

### *Deputy Chief Editor*

**Zinaida I. Gordeeva** – professor at the Department of Ecology and Environmental Sciences at the Faculty of Geography, Moscow Pedagogical State University, Russia

### *Executive secretary*

**Ekaterina O. Korolkova** – associate professor at the Department of Botany at the Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University; Associate Professor at the Department of Cell Biology of the Faculty of Biology and Biotechnologies, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

**Pavel A. Agapov** – associate professor at the Department of Anatomy and Physiology at the Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University; researcher at the Anatomy and Architectonics Laboratory at the Brain Research Department, Research Center of Neurology, Moscow, Russia

**Irina O. Alyabina** – professor at the Soil Geography Department at the Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University, Russia

**Irina V. Belyaeva-Chamberlain** – content editor – Plant & Fungal Names, Biodiversity Informatics & Spatial Analysis, Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom

**Vladimir V. Bobrov** – senior researcher at the Laboratory of Biodiversity Conservation and Use of Biological Resources, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Aleksej V. Bogdanov** – head at the Laboratory of General Physiology of Temporary Connections, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Vasilii N. Burd** – professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology at the Faculty of Biology and Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus

**Aleksei V. Chernov** – leading researcher at the N.I. Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes at the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Russia

**Vladimir B. Dorohov** – head at the Laboratory of Neurobiology of Sleep and Wakefulness, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Vasilii I. Eroshenko** – head at the Department of Ecology and Environmental Sciences at the Faculty of Geography, Moscow Pedagogical State University, Russia

**Vladimir S. Friedman** – senior researcher at the Laboratory of Ecology, Biological Invasions and Conservation at the Department of Higher Plants of Biological Faculty, Lomonosov Moscow State University, Russia

**Olga V. Galanina** – associate professor at the Department of Biogeography and Environmental Protection at the Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, Russia

**Sergey V. Levykin** – Head at the Department of Steppe Studies and Nature Management, Institute of Steppe, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

**Dmitry L. Lopatnikov** – senior researcher at the World Development Geography Laboratory, Institute of Geography RAS, Odintsovo, Moscow region, Russia

**Irina V. Lyanguzova** – leading researcher at the Laboratory of Ecology of Plant Communities, Komarov Institute of Botany, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

**Tatyana M. Lysenko** – senior researcher at the Laboratory of Phytodiversity Problems, Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy of Science, Togliatti, Samara region, Russia

**Natalia O. Minkova** – deputy vice-rector for Academic Affairs, Sevastopol State University, Russia

**Serge V. Naugolnykh** – chief scientific officer at the Laboratory of Paleofloristics, Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Natalia B. Pankova** – chief scientific officer at the Laboratory of Physical-Chemical and Environmental Pathophysiology, Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russia

**Svetlana K. Piatunina** – director at the Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University, Russia

**Vladimir N. Salkov** – senior researcher at the Laboratory of Functional Morphochemistry, Research Center of Neurology, Moscow, Russia

**Oleg V. Sozinov** – head at the Department of Systems Biology, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus

**Yulia K. Vinogradova** – chief researcher at the Flora Department, N.V. Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Vladimir P. Viktorov** – head at the Department of Botany at the Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University, Russia

**Yury N. Vodyanitsky** – professor at the Department of General Soil Science at the Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University, Russia

**Mikhail S. Yablokov** – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland; coordinator, Association of Nature Reserves and National Parks of North-West Russia, Przhevalskoye, Smolensk region; Chief Specialist, Information and Analytical Center for Support of Conservation Affairs, Moscow

**Aleksandr S. Zernov** – professor at the Department of Higher Plants at the Biological Faculty, Lomonosov Moscow State University, Russia

## Содержание

### ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

*Ю.К. Виноградова, Л.В. Озерова*

Изменения устьичного аппарата  
*Sesuvium portulacastrum* (Aizoaceae)  
в оранжерейных условиях . . . . . 337

*К.Н. Цветкова, И.Н. Цветков,  
Н.П. Кораблёв*

Влияние антропогенных факторов  
на распределение грызунов в охранной зоне  
Полистовского государственного заповедника . . . . . 348

### ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ И УРБЭКОЛОГИЯ

*Н.Н. Жаркова, В.А. Игумина*

Эколого-геохимическая оценка состояния почв  
разных функциональных зон г. Омска  
по содержанию тяжелых металлов . . . . . 361

### ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

*О.В. Галанина*

Лесная растительность внутриболотных  
минеральных островов Полистовского заповедника . . . . . 396

*Д.А. Филиппов, А.Н. Левашов,  
Ю.А. Бобров, А.С. Комарова*

Классификация местообитаний Вологодской области  
для задач инвентаризации, мониторинга  
и охраны регионального биоразнообразия . . . . . 422

### АНТРОПОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*А.Е. Манаенков, В.Б. Дорохов*

Динамика альфа- и аперiodической активности МЭГ  
при множественных засыпаниях  
во время выполнения монотонного психомоторного теста . . . . . 466

# Contents

## STUDY AND CONSERVATION OF BIOLOGICAL DIVERSITY

*Yu.K. Vinogradova, L.V. Ozerova*

Changes in the stomal apparatus  
of *Sesuvium portulacastrum* (Aizoaceae)  
under greenhouse conditions . . . . . 337

*K.N. Tsvetkova, I.N. Tsvetkov,  
N.P. Korablev*

The influence of anthropogenic factors  
on the distribution of rodents in the protected area  
of the Polistovsky State Nature Reserve . . . . . 348

## ANTHROPOGENICALLY MODIFIED ECOSYSTEMS AND URBAN ECOLOGY

*N.N. Zharkova, V.A. Iguminova*

Ecological and geochemical assessment  
of soils of various functional zones of Omsk  
in the content of heavy metals . . . . . 361

## EXPERIENCE ENVIRONMENTAL STUDY AREAS

*O.V. Galanina*

Forest vegetation of bog mineral islets  
in the Polistovsky State Nature Reserve . . . . . 396

*D.A. Philippov, A.N. Levashov,  
Yu.A. Bobroff, A.S. Komarova*

Habitats classification of the Vologda Region  
for the purposes of inventory, monitoring, and protection  
of regional biodiversity . . . . . 422

## ANTHROPOECOLOGICAL RESEARCH

*A.E. Manaenkov, V.B. Dorokhov*

Dynamics of alpha and aperiodic activity of MEG  
in multiple episodes of falling asleep  
during a monotonous psychomotor test . . . . . 466

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-vyu-ol-set

УДК 581.522.4

**Ю.К. Виноградова, Л.В. Озерова**

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина  
Российской академии наук,  
127276 г. Москва, Российская Федерация

## Изменения устьичного аппарата *Sesuvium portulacastrum* (Aizoaceae) в оранжерейных условиях

Проведено сравнение параметров устьиц *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. (Aizoaceae) между образцами, собранными в натурализирующейся популяции в Египте, и теми же растениями после полугода их культивирования в оранжерее Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. Устьичный аппарат изучен методом лаковых реплик по Полаччи и характеризовался по 21 количественному признаку. Листья *S. portulacastrum* амфистоматические, устьичный аппарат парацитного типа. Общая площадь транспирации за шесть месяцев культивирования образцов достоверно не изменилась, но тенденция снижения площади устьиц имеет место. Отношение численности устьиц на верхней, адаксиальной, стороне листа к общей численности устьиц вдвое снизилось в связи с уменьшением солнечной радиации. Одновременно вдвое увеличилась численность устьиц на абаксиальной стороне листа. Таким образом, начало адаптации устьичного аппарата *S. portulacastrum* к условиям оранжерейной культуры проявляется в снижении числа устьиц на адаксиальной стороне листовой пластинки и в отчетливой тенденции снижения площади устьиц.

**Ключевые слова:** *Sesuvium portulacastrum*, устьица, Египет, натурализация, оранжерея, адаптация растений

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения» (122042600141-3) и «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№ 122042700002-6).

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Виноградова Ю.К., Озерова Л.В. Изменения устьичного аппарата *Sesuvium portulacastrum* (Aizoaceae) в оранжерейных условиях // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 4. С. 337–347. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-vyu-ol-set

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-vyu-ol-set

**Yu.K. Vinogradova, L.V. Ozerova**

Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences,  
Moscow, 127276, Russian Federation

## Changes in the stomal apparatus of *Sesuvium portulacastrum* (Aizoaceae) under greenhouse conditions

A comparison of the stomatal parameters of *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. (Aizoaceae) was carried out between samples collected from a naturalizing population in Egypt and the same plants after six months of cultivation in the greenhouse of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. The stomatal apparatus was studied using the Polacci lacquer replica method and characterized by 21 quantitative traits. *S. portulacastrum* leaves are amphistomatic, with a paracytic stomata. The total transpiration area did not change significantly over six months of cultivation, but a downward trend in stomatal area was observed. The ratio of stomata on the upper, adaxial side of the leaf to the total number of stomata decreased by half due to decreased solar radiation. At the same time, the number of stomata

on the abaxial side of the leaf doubled. Thus, the beginning of adaptation of the stomatal apparatus of *Sesuvium portulacastrum* to greenhouse conditions is manifested by a decrease in the number of stomata on the adaxial side of the leaf blade and a distinct trend toward decreased stomatal area.

**Key words:** *Sesuvium portulacastrum*, stomata, Egypt, greenhouse, adaptation, naturalization

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of the state assignment of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences “Invasive plants of Russia: Inventory, biomorphological features and effective methods of control of dispersal” (No. 122042600141-3) and “Biological diversity of natural and cultivated flora: Fundamental and applied issues of study and conservation” (No. 122042700002-6).

CITATION: Vinogradova Yu.K., Ozerova L.V. Changes in the stomal apparatus of *Sesuvium portulacastrum* (Aizoaceae) under greenhouse conditions. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 337–347. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-vyu-ol-set

Устьичный аппарат задействован в газообмене растений, поэтому его микроморфологические и физиологические признаки адаптируются и к локальным, и к макроизменениям окружающей среды [Hetherington, Woodward, 2003]. Параметры и распределение устьиц зависят также от внутриклеточных сигналов и могут варьировать как в пределах листа, так и в пределах отдельных особей одного вида [Al Afas et al., 2006].

У амфистоматических листьев численность устьиц обычно больше на нижней поверхности листа, чем на верхней, а отношение численности устьиц на верхней стороне листа к общей численности устьиц имеет тенденцию к снижению с уменьшением солнечной радиации [James, Bell, 2000]. Однако число и размеры устьиц могут изменяться также под влиянием ряда экологических факторов: света, влажности воздуха, влагообеспеченности и концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере [Woodward, Kelly, 1995]. Растение должно поддерживать движение воды из почвы к листу, и быстрая реакция устьиц на изменение окружающей среды является одной из основных характеристик этого поддержания [Hetherington, Woodward, 2003].

Рабочая гипотеза нашего исследования предполагает, что параметры устьичного аппарата меняются при преднамеренной интродукции растений в новые условия среды. Ранее мы протестировали эту гипотезу на примере *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. BR. [Озерова, Виноградова, 2025],

но сравнение проводили на особях различного географического происхождения. Сравнение микроморфологических признаков устьиц одних и тех же экземпляров, произрастающих в природе, а впоследствии и в оранжерейной культуре, до сих пор не проводилось.

*Sesuvium portulacastrum* (L.) L. – многолетнее стелющееся травянистое растение семейства Aizoaceae. Этот вид является важным прибрежным псаммофитным факультативным галофитом, обладающим выраженной физиологической и молекулярной лабильностью, которая позволяет ему адаптироваться и выживать в различных стрессовых условиях [Moseki, Buru, 2010; Rabhi et al., 2010; Zaier et al., 2010; Lokhande et al., 2011]. *S. portulacastrum* зарегистрирован по берегам субтропических и тропических областей всех пяти континентов и обычно является пионером на прибрежных дюнах и побережьях. Растение растет на различных субстратах: известняк, кораллы, песчаный и галечный грунт, предпочитая влажные песчаные участки, включая пляжи, прибрежные дюны, мангровые заросли, солончаки. Вид легко переносит засуху и засоление [Taylor, 1992; Lonard, Judd, 1997]. Культивируется как почвопокровное декоративное растение, используется для фиторекультивации засоленных почв в засушливых и полусушливых регионах и как альтернативная овощная и кормовая культура для проблемных почв [Lokhande et al., 2009, 2013].

*S. portulacastrum* интродуцирован в Египет из Франции 10 лет назад в частный сад в качестве декоративного вида. Натурализирующиеся популяции отмечены в настоящее время на засоленных песчаных почвах на берегах оросительного канала в окрестностях Александрии, а также в окрестностях курортов Хургада и Шарм-эль-Шейх [Heneidy et al., 2024].

Литература относительно микроморфологических признаков листьев *S. portulacastrum* довольно отрывочна, большинство работ посвящено способности растения накапливать высокие концентрации тяжелых металлов [Al-Asadi et al., 2022]. Имеются данные о влиянии на ультраструктуру клеток кадмиевого стресса, при котором деформируется и истончается клеточная стенка, плазматические мембраны теряют форму и размер, а цитоплазма несколько фрагментируется [Uddin et al., 2023], а также о влиянии избытка серебра и свинца, при котором уменьшаются и деформируются клетки эпидермиса [Al-Asadi et al., 2022].

Цель данной работы – сравнительная характеристика устьичного аппарата *S. portulacastrum* в природе и в оранжерейных условиях для оценки лабильности этого признака при адаптации растений к новым условиям среды.

## Материалы и методы

В феврале 2025 г. в натурализующейся популяции, занимающей открытую прибрежную полосу в окрестностях г. Сафага (Египет, N 26.842133; E 33.997041), отобрано 3 растения, с каждого из которых собрано по 2 листа из средней части побега. Растения идентифицированы как *Sesuvium portulacastrum* subsp. *portulacastrum*. Данный таксон отличается от близкого подвида *S. portulacastrum* subsp. *persoonii* Sukhor. сильным ветвлением и слабомясистыми (толщиной 1,5–4 мм) продолговато-лопатчатыми или обратноланцетными листьями на коротких (до 3 мм) черешках [Sukhorukov et al., 2018].

Для изучения особенностей устьичного аппарата использовался метод получения лаковых реплик со свежих листьев [Виноградова и др., 2020]. Анализировали следующие микроморфологические признаки: число замыкающих клеток устьиц, длина продольной оси устьица ( $L$ ), длина экваториальной оси ( $D$ ), форма устьиц (по соотношению  $L/D$ ), площадь одного устьица ( $S_{yc}$ ), число устьиц на единицу площади, общая транспирационная площадь (средняя площадь одного устьица, умноженная на число устьиц в поле зрения микроскопа,  $nS$ ). Эти семь признаков изучены как для абаксиальной, так и для адаксиальной стороны листа, а затем определено их соотношение. Таким образом, устьичный аппарат обоих образцов характеризовался по 21 количественному признаку.

Фрагменты растений были высажены в Фондовую оранжерею Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН). Интродуцированные растения культивируются при естественном освещении, без дополнительной подсветки, влажности менее 50%, с умеренным поливом зимой (1 раз в 2 недели) и более частым поливом летом (1–2 раза в неделю). В сентябре 2025 г. после полугодия культивирования в оранжерее вновь проанализировали параметры устьиц для выявления изменений структуры устьичного аппарата растений в условиях культуры.

Морфометрические признаки измеряли с помощью цифрового микроскопа Keyence VHX-1000E. Объем пробы для определения размеров устьиц – 40–50 шт. Среднюю площадь устьиц вычисляли по формуле площади эллипса:

$$S_{yc} = \pi \cdot 1/2L \cdot 1/2D,$$

где  $L$  – средняя длина продольной оси устьица;  $D$  – средний экваториальный диаметр устьица. Число устьиц ( $n$ ) подсчитывали не менее чем в 5 полях зрения микроскопа при увеличении  $\times 300$ . Статистический анализ проведен с использованием программы PAST 3.15. Различия между образцами устанавливали с помощью теста Tukey–Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

## Результаты и обсуждение

Листья *Sesuvium portulacastrum* амфистоматические: устьица располагаются и на адаксиальной, и на абаксиальной сторонах листа. Эпидермис включает многочисленные крупные округлые водозапасающие клетки  $120\text{--}150 \times 100$  мкм, между которыми располагаются устьица (рис. 1). Устьица окружены двумя крупными почковидными замыкающими клетками и несколько углублены. Устьичный аппарат парацитного типа: каждая из замыкающих клеток устьиц сопровождается одной побочной клеткой, располагающейся параллельно замыкающей клетке.

Данные по морфометрическим признакам представлены в табл. 1. Форма устьиц не меняется:  $L/D = 1,4\text{--}1,6$ .

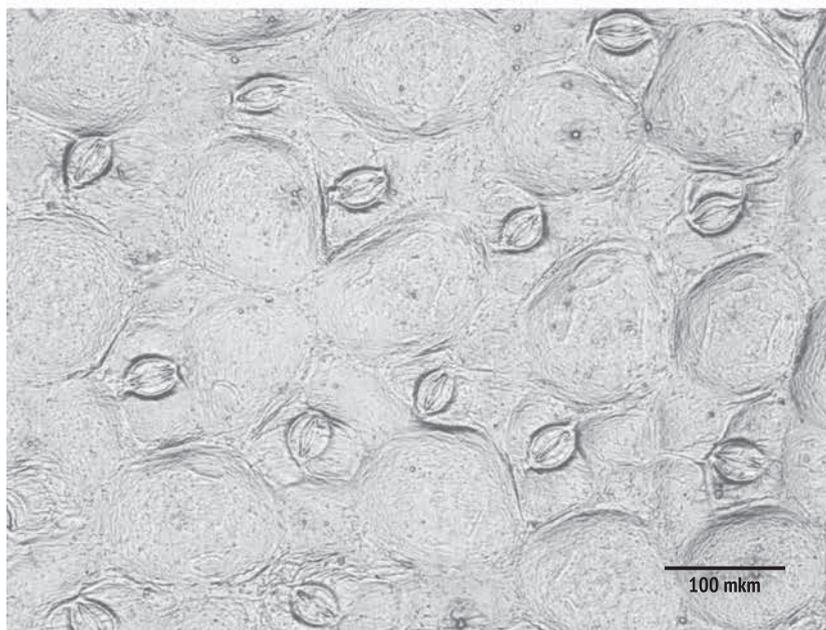
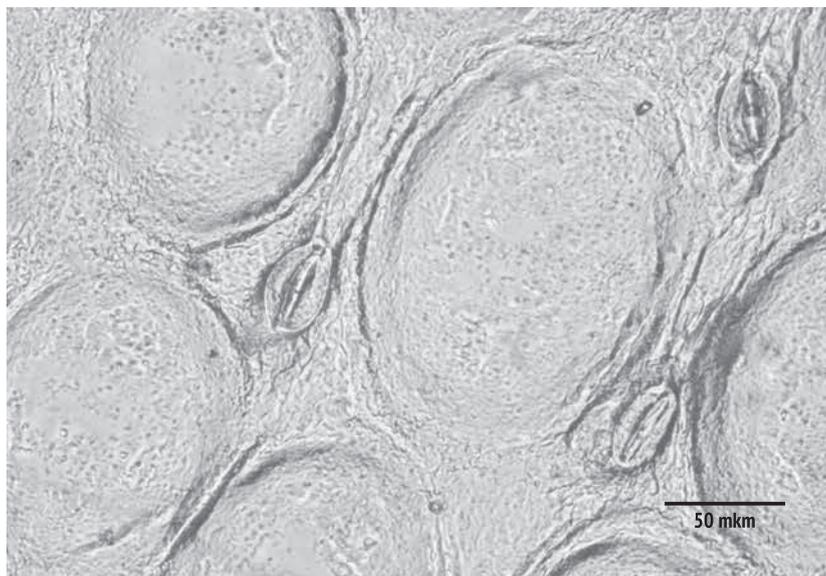
Таблица 1

**Параметры устьиц *Sesuvium portulacastrum*, произрастающего в естественных условиях (Египет) и в оранжерее Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН [Parameters of stomata of *Sesuvium portulacastrum* growing in natural conditions (Egypt) and in the greenhouse of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences]**

	Длина <i>L</i> , мкм [Length <i>L</i> , μm]	Ширина <i>D</i> , мкм [Width <i>D</i> , μm]	<i>L/D</i>	<i>S</i> = <i>LD</i> , мкм <sup>2</sup> [μm <sup>2</sup> ]	<i>N</i> , шт.** [ <i>N</i> , pcs.**]	<i>S</i> , всего, мкм <sup>2</sup> [ <i>S</i> , total, μm <sup>2</sup> ]
<b>Абаксиальная сторона [Abaxial side]</b>						
Оранжерея [Greenhouse]	$\frac{30,2 \pm 0,5}{17,6\text{--}36,3^*}$	$\frac{22,0 \pm 0,4}{16,2\text{--}29,5}$	1,4	$521,3 \pm 12,6$	5,2	2711
Египет [Egypt]	$\frac{35,0 \pm 0,7}{22,1\text{--}46,5}$	$\frac{23,8 \pm 0,4}{17,2\text{--}34,3}$	1,5	$656,5 \pm 18,5$	2,7	1773
<b>Адаксиальная сторона [Adaxial side]</b>						
Оранжерея [Greenhouse]	$\frac{34,1 \pm 1,4}{22,1\text{--}50,1}$	$\frac{21,6 \pm 0,8}{15,6\text{--}32,0}$	1,6	$583,4 \pm 42,9$	1,8	1050
Египет [Egypt]	$\frac{35,1 \pm 0,6}{23,2\text{--}48,4}$	$\frac{25,8 \pm 0,5}{15,5\text{--}40,3}$	1,4	$710,2 \pm 19,1$	3,9	2770

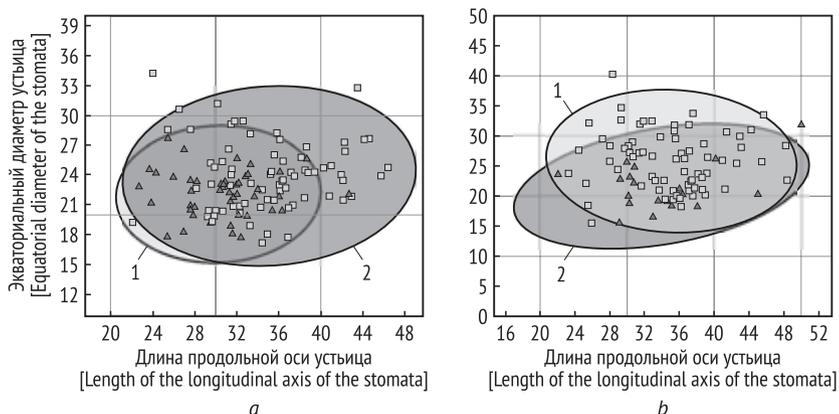
Примечание. \* – здесь и далее в числителе – среднее значение, в знаменателе – амплитуда изменчивости; \*\* *N* – число устьиц в поле зрения микроскопа при увеличении  $\times 1000$ .

[Note. \* – from here on, the numerator is the mean value, and the denominator is the amplitude of variability; \*\* *N* is the number of stomata in the field of view of the microscope at a magnification of  $\times 1000$ .]



**Рис. 1.** Эпидермис абаксиальной стороны листа *Sesuvium portulacastrum*

**Fig. 1.** Epidermis of the abaxial side of the *Sesuvium portulacastrum* leaf

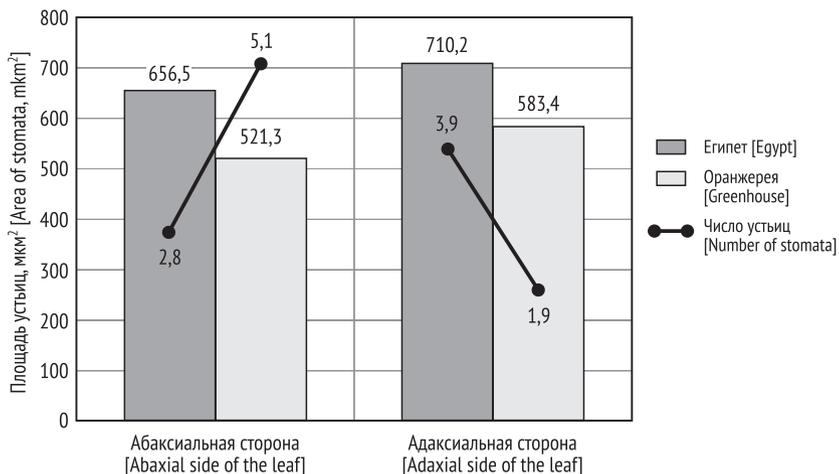


**Рис. 2.** Размеры устьиц *Sesuvium portulacastrum*:

*a* – естественные условия (Египет); *b* – оранжерея Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН  
1 – абаксиальная сторона листа; 2 – адаксиальная сторона листа

**Fig. 2.** Sizes of stomata of *Sesuvium portulacastrum*:

*a* – natural conditions (Egypt); *b* – Greenhouse of the Tsitsin Main Botanical Garden, RAS  
1 – the abaxial side of the leaf; 2 – the adaxial side of the leaf



**Рис. 3.** Площадь и число устьиц *Sesuvium portulacastrum*

**Fig. 3.** The area and number of stomata of *Sesuvium portulacastrum*

В условиях оранжереи средняя площадь устьиц несколько ниже, чем в природных условиях, однако разность средних не достоверна (рис. 2, 3). При этом среднее число устьиц на адаксиальной стороне листа в условиях оранжереи в два раза ниже, чем в природе, тогда как на абаксиальной стороне листа, наоборот, в два раза выше, чем в природе (см. рис. 3). Устьица как бы «перебираются» с верхней стороны листа на нижнюю.

В результате общая площадь транспирации достоверно не различается и составляет  $4543 \text{ мкм}^2$  для египетского образца и  $3761 \text{ мкм}^2$  для образца из оранжереи ГБС РАН. Индекс относительной площади транспирации, таким образом, очень мал, как и у всех суккулентов, и составляет всего 4–5%.

Наши данные поддерживают сделанный другими исследователями [Al Afas et al., 2006] вывод, что отношение численности устьиц на верхней стороне листа к общей численности устьиц имеет тенденцию к снижению с уменьшением солнечной радиации: в природных условиях Египта при высоком уровне освещения это отношение составляет 59%, а в оранжерее при низком уровне освещенности – в два раза ниже, всего 26%.

## Выводы

Листья *Sesuvium portulacastrum* амфистоматические, устьичный аппарат парацитного типа.

Начало адаптации устьичного аппарата *Sesuvium portulacastrum* к условиям оранжерейной культуры проявляется в увеличении числа устьиц на абаксиальной стороне листовой пластинки с одновременным снижением числа устьиц на адаксиальной стороне листовой пластинки и в заметной тенденции снижения площади устьиц.

Общая площадь транспирации за шесть месяцев культивирования образцов изменения не претерпела. Подтверждена тенденция к снижению отношения численности устьиц на верхней стороне листа к общей численности устьиц с уменьшением солнечной радиации.

## Библиографический список / References

Виноградова Ю.К., Григорьева О.В., Вергун Е.Н. Строение устьичного аппарата видов рода *Symphyotrichum* Nees как дополнительный показатель их инвазивности // Российский журнал биологических инвазий. 2020. № 4. С. 34–44. [Vinogradova Yu.K., Grigorieva O.V., Vergun E.N. Structure of the stomatal apparatus of species of the genus *Symphyotrichum* Nees as an additional indicator of their invasiveness. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2020. No. 4. Pp. 34–44. (In Rus.)]

Озерова Л.В., Виноградова Ю.К. Сравнительная характеристика устьичного аппарата *Carpobrotus edulis* (Aizoaceae) в некоторых популяциях вторичного ареала // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1 (77). С. 89–98. [Ozerova L.V., Vinogradova Yu.K. Comparative characteristics of the stomatal apparatus of *Carpobrotus edulis* (Aizoaceae) in some populations of the secondary range. *Gerald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2025. Vol. 1 (77). Pp. 89–98. (In Rus.)]

Al Afas N., Marron N., Ceulemans R. Clonal variation in stomatal characteristics related to biomass production of 12 poplar (*Populus*) clones in a short rotation coppice culture. *Environ. Exp. Bot.* 2006. Vol. 58. Pp. 279–286.

Al-Asadi W.M., Al-Waheeb A.N., Al-Saadi S.A., Al-Taie S.S.K. Effects of Ag and Pb metal accumulation on some biochemical parameters and anatomical characteristics of *Sesuvium portulacastrum* L. (Aizoaceae) plants. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2022. Vol. 20. No. 3. Pp. 617–628.

Heneidy S.Z., Bidak L.M., Halmy M.W.A. et al. Naturalization and invasion potential of *Sesuvium portulacastrum* L. recorded as alien species in Egypt. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. No. 1. P. 3117.

Hetherington A.M., Woodward F.I. The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature*. 2003. Vol. 424. Pp. 901–908.

James A.S., Bell D.T. Influence of light availability on leaf structure and growth of two *Eucalyptus globulus* ssp *globulus* provenances. *Tree Physiol.* 2000. Vol. 20. Pp. 1007–1018.

Lokhande V.H., Gor B.K., Desai N.S. et al. *Sesuvium portulacastrum*, a plant for drought, salt stress, sand fixation, food and phytoremediation. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. Vol. 33. No. 2. Pp. 329–348.

Lokhande V.H., Nikam T.D., Patade V.Y., Ahire M.L. Effects of optimal and supra-optimal salinity stress on antioxidative defense, osmolytes and in vitro growth responses in *Sesuvium portulacastrum* L. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 2011. Vol. 104. Pp. 41–49.

Lokhande V.H., Nikam T.D., Suprasanna P. *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. a promising halophyte: Cultivation, utilization and distribution in India. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2009. Vol. 56. No. 5. Pp. 741–747.

Lonard R.I., Judd F.W. The biological flora of coastal dunes and wetlands. *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. *J. Coast. Res.* 1997. Vol. 13. No. 1. Pp. 96–104.

Moseki B., Buru J. C. Ionic and water relations of *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. *Sci. Res. Ess.* 2010. Vol. 5. Pp. 35–40.

Rabhi M., Ferchichi S., Jouini J. et al. Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuvium portulacastrum* L. to arrange in advance the requirements for the successful growth of a glycophytic crop. *Bioresource Technology*. 2010. Vol. 101. No. 17. Pp. 6822–6828.

Sukhorukov A.P., Nilova M.V., Erst A.S. et al. Diagnostics, taxonomy, nomenclature and distribution of perennial *Sesuvium* (Aizoaceae) in Africa. *PhytoKeys*. 2018. Vol. 92. Pp. 45–88. DOI: 10.3897/phytokeys.92.22205

Taylor C.M. *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum nodiflorum*, New records for the flora of Chile. *Gayana Bot.* 1992. Vol. 49. Pp. 11–15.

Uddin M.M., Chen Z., Xu F., Huang L. Physiological and cellular ultrastructural responses of *Sesuvium portulacastrum* under Cd stress grown hydroponically. *Plants*. 2023. Vol. 12. No. 19. Pp. 3381.

Woodward F.I., Kelly C.K. The influence of CO<sub>2</sub> concentration on stomatal density. *New Phytol.* 1995. Vol. 131. Pp. 311–327.

Zaier H., Ghnaya T., Lakhdar A. et al. Comparative study of Pb-phytoextraction potential in *Sesuvium portulacastrum* and *Brassica juncea*: Tolerance and accumulation. *Journal of Hazardous Materials*. 2010. Vol. 183. No. 1–3. Pp. 609–615.

Статья поступила в редакцию 19.10.2025, принята к публикации 23.11.2025

The article was received on 19.10.2025, accepted for publication 23.11.2025

### Сведения об авторах / About the authors

**Виноградова Юлия Константиновна** – доктор биологических наук; главный научный сотрудник лаборатории природной флоры, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, г. Москва

**Yulia K. Vinogradova** – Dr. Biol. Hab.; chief researcher at the Flora Department, Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3353-1230>

E-mail: [gbsad@mail.ru](mailto:gbsad@mail.ru)

**Озерова Людмила Викторовна** – кандидат биологических наук, доцент; старший научный сотрудник лаборатории тропических растений, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, г. Москва

**Liudmila V. Ozerova** – PhD in Biology; senior researcher at the Tropical Plants Laboratory, Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4964-0298>

E-mail: [lyozerova@yandex.ru](mailto:lyozerova@yandex.ru)

### Заявленный вклад авторов

Авторы в равной степени участвовали в проведении исследования, его описании и анализе полученных результатов

### Contributions of the authors

The authors participated equally in the conduct of the study, its description, and analysis of the results obtained

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-348-360

УДК 599.322/.324(470.25)

**К.Н. Цветкова<sup>1, 2</sup>, И.Н. Цветков<sup>1, 2</sup>, Н.П. Кораблёв<sup>2, 1</sup>**

<sup>1</sup> Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 182112, г. Великие Луки, Псковская обл., Российская Федерация

<sup>2</sup> Государственный природный заповедник «Полистовский», 182840 п. Бежаницы, Псковская обл., Российская Федерация

## Влияние антропогенных факторов на распределение грызунов в охранной зоне Полистовского государственного заповедника

В статье приводится исследование популяционной динамики и адаптационных механизмов грызунов в условиях градиента антропогенной нагрузки в границах охранной зоны Полистовского государственного заповедника и на прилегающих территориях. Проведен мониторинг численности мелких млекопитающих в 2022–2024 гг. методом ловушко-линий на постоянной учетной сети. Отработано 6275 ловушко-суток, отловлено 142 особи. Учетные линии располагались в биотопах с различной степенью антропогенного воздействия. Результаты исследования показали, что доминирующим видом в исследуемой популяции является рыжая полевка (*Myodes glareolus*). Выявлена неоднозначная реакция грызунов на антропогенное воздействие. В зонах с умеренной нагрузкой отмечен рост численности с 0,89 до 3,17 особей на 100 ловушко-суток. На территории с минимальной антропогенной нагрузкой показатели оставались стабильными (1–3 особи на 100 ловушко-суток). На территории экотропы «Леса и люди» зафиксирован рост численности грызунов. Установлено, что экосистема демонстрирует определенный адаптационный потенциал к рекреационной нагрузке. Полученные данные подчеркивают необходимость регулярного мониторинга для своевременного выявления критических уровней антропогенного воздействия на популяции мелких млекопитающих.

© Цветкова К.Н., Цветков И.Н., Кораблёв Н.П., 2025

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



**Ключевые слова:** мелкие млекопитающие, грызуны, антропогенная нагрузка, заповедные территории, экологический мониторинг, адаптация, рекреация

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Цветкова К.Н., Цветков И.Н., Кораблёв Н.П. Влияние антропогенных факторов на распределение грызунов в охранной зоне Полистовского государственного заповедника // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 4. С. 348–360. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-348-360

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-348-360

**K.N. Tsvetkova<sup>1, 2</sup>, I.N. Tsvetkov<sup>1, 2</sup>, N.P. Korablev<sup>2, 1</sup>**

<sup>1</sup> Velikiye Luki State Agricultural Academy,  
Velikiye Luki, 182112, Russian Federation

<sup>2</sup> Polistovsky State Nature Reserve,  
182840 p. Bezhanitsy, Russian Federation

## The influence of anthropogenic factors on the distribution of rodents in the protected area of the Polistovsky State Nature Reserve

The article provides a study of the population dynamics and adaptive mechanisms of rodents in conditions of a gradient of anthropogenic load within the boundaries of the Polistovsky Nature Reserve and adjacent territories. The monitoring of the number of small mammals in 2022–2024 was carried out using the trap line method on a permanent accounting network. 6275 hours worked out trap-days, 142 individuals were caught. The accounting lines were located in biotopes with varying degrees of anthropogenic impact. The results of the study showed that the dominant species in the studied population is the red vole (*Myodes glareolus*). An ambiguous reaction of rodents to anthropogenic impact has been revealed. In areas with moderate load, the number increased from 0.89 to 3.17 individuals per 100 trap days. In the territory with minimal anthropogenic load, the indicators remained

stable (1–3 individuals/100 trap days). An increase in the number of rodents has been recorded in the territory of the ecotropics “Forests and People”. It has been established that the ecosystem demonstrates a certain adaptive potential to recreational stress. The data obtained underline the need for regular monitoring in order to timely identify critical levels of anthropogenic impact on populations of small mammals.

**Key words:** small mammals, rodents, anthropogenic impact, protected areas, environmental monitoring, adaptation, recreation

CITATION: Tsvetkova K.N., Tsvetkov I.N., Korablev N.P. The influence of anthropogenic factors on the distribution of rodents in the protected area of the Polistovsky State Nature Reserve. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 348–360. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-3-348-360

## Введение

Мелкие млекопитающие, включая мышевидных грызунов, играют ключевую роль в функционировании экосистем, выступая важным звеном в трофических цепях [Истомин, 2009; Макаров, 2011]. Их популяционная динамика служит индикатором состояния природных сообществ, особенно на особо охраняемых природных территориях, где антропогенное воздействие минимизировано [Машков и др., 2022]. Однако в последние десятилетия возрастает интерес к изучению зон «буферного» взаимодействия между заповедными территориями и антропогенными ландшафтами, где рекреационная нагрузка, сельскохозяйственная деятельность и близость населенных пунктов создают уникальные условия для адаптации видов [Сабанова, 2013; Климова, Сиротина, 2021; Левенкова, Мальгин, 2022].

Механизмы адаптации грызунов к градиенту антропогенного воздействия в условиях строгого природоохранного режима остаются недостаточно изученными.

Цель работы – изучить влияние градиента рекреационной нагрузки на сообщество мелких млекопитающих в охранной зоне Полистовского государственного заповедника.

## Материалы и методика

Мониторинг проводился на постоянной учетной сети, включающей линии, расположенные в различных биотопах охранной зоны заповедника. Сбор материала осуществлялся в летне-осенний период

2022–2024 гг. За период исследования отработано 6275 ловушко-суток, отловлено 142 особи мелких млекопитающих. Отлов производился стандартной методикой – методом ловушко-линий [Шефтель, 2018].

При планировании мониторинговых работ учитывался принцип градиента антропогенной нагрузки. Учетные линии были размещены на территориях с различной степенью воздействия человека: от участков вблизи жилых деревень до контрольных участков в заповедной зоне с минимальным антропогенным влиянием (рис. 1).

Особое внимание уделялось территории экологической тропы «Леса и люди», где антропогенная нагрузка имела специфический характер.

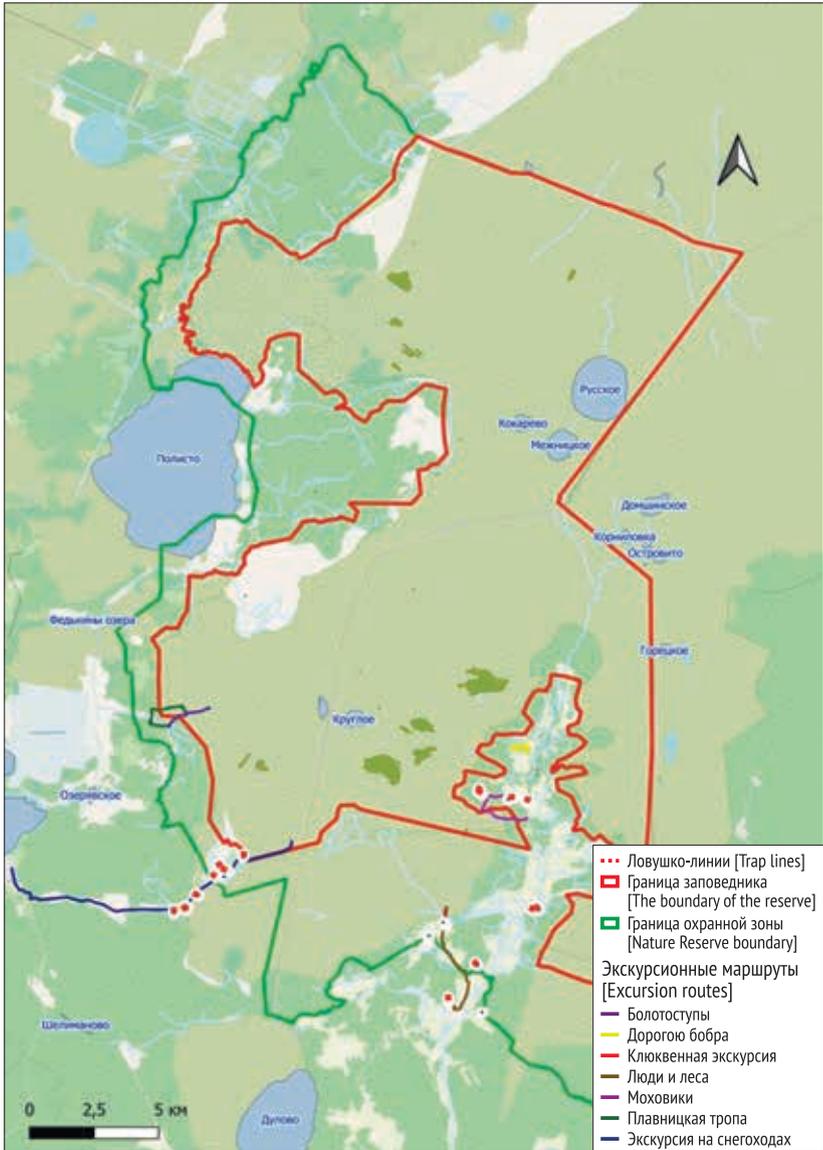
Ловушки размещались в различных типах биотопов, что позволило получить репрезентативные данные о пространственном распределении грызунов.

## Результаты и обсуждение

В результате проведения мониторинга численности грызунов был выявлен видовой состав представителей отряда Rodentia. Рыжая полевка (*Myodes glareolus* Schreber, 1780) продемонстрировала себя как устойчиво доминантный вид в исследуемой популяции. Данный вид характеризовался стабильно высокими показателями численности на протяжении всего периода наблюдений.

В качестве сопутствующих видов в ходе учета были отмечены представители других грызунов, встречаемость которых была значительно ниже. К ним относятся желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis* Melchior, 1834), мышь-малютка (*Micromys minutus* Pallas, 1771), полевая мышь (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) и малая лесная мышь (*A. uralensis* Pallas, 1811).

Использование показателя «количество отловленных зверьков на 100 ловушко-суток» является стандартизированным подходом в экологическом мониторинге, позволяющим объективно оценить плотность популяции грызунов. Этот метод учитывает не только число пойманных особей, но и временной фактор (сутки) и масштаб усилий (количество ловушек), что минимизирует погрешности при сравнении данных за разные годы или между различными участками. Такой метод помогает снизить субъективность оценок за счет унификации методики, учесть естественную динамику активности грызунов в разных биотопах, получить сопоставимые данные для долгосрочного анализа без избыточного вмешательства в экосистему. В табл. 1 представлены результаты биотопического распределения видов мышевидных грызунов по различным типам местообитаний.



**Рис. 1.** Расположение ловушко-линий на территории Полистовского государственного заповедника

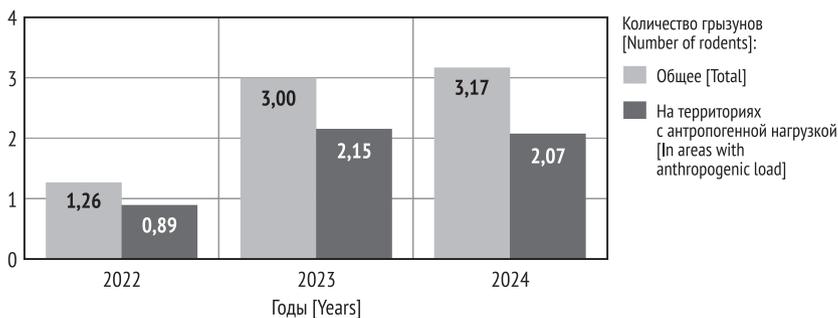
**Fig. 1.** Location of trap lines on the territory of the Polistovskiy State Nature Reserve]

*Myodes glareolus* демонстрирует среднюю плотность населения 1,98 особей на 100 ловушко-суток и встречается практически во всех типах местообитаний. Особенно высокая концентрация этого вида наблюдается в ельнике неморальном, где показатель достигает 5,93 особи на 100 ловушко-суток.

Видовое разнообразие грызунов существенно различается в зависимости от типа биотопа. Максимальное количество видов зафиксировано в мелколесье березово-ивовом, тогда как в сосняке заболоченном грызуны полностью отсутствуют. В остальных биотопах в среднем встречается по два-три вида грызунов.

Большинство видов предпочитает обитать в лесных экосистемах, в то время как луговые сообщества характеризуются более низкой плотностью населения грызунов. Болота и заболоченные территории оказались наименее пригодными для обитания исследованных видов.

Нами был изучен общий показатель количества отловленных зверьков на 100 ловушко-суток за 2022–2024 гг. (рис. 2).



**Рис. 2.** Количество отловленных грызунов на 100 ловушко-суток (общее и на территориях с антропогенной нагрузкой), 2022–2024 гг.

**Fig. 2.** Number of captured rodents per 100 trap-days (total and in areas with anthropogenic load), 2022–2024

Значение, полученное в 2022 г. (1,26), соответствует слабой интенсивности заселения территории грызунами, т.к. находится в диапазоне от 1 до 3 особей на 100 ловушко-суток. В 2023 г. наблюдается рост показателя почти в 2,5 раза, что может свидетельствовать об увеличении популяции грызунов. Полученный показатель в 2024 г. (3,17 особи) указывает на среднюю интенсивность заселения территории грызунами, т.к. значение находится в диапазоне от 3 до 5 особей на 100 ловушко-суток.

Таблица 1

**Параметры биотопического распределения**  
[Parameters of the biotopic distribution]

**видов мышевидных грызунов**  
of mouse-like rodent species]

Вид [Species]	Показатель [Indicator]	Черноольшаник [Black alder forest]	Сосняк черничный [Blueberry pine forest]	Смешанный лес заболоченный [Mixed forest swamp]	Мелколиственный лес с редким подлеском [Small-leaved forest with sparse undergrowth]	Мелколиственный лес с густым подлеском [Small-leaved forest with dense undergrowth]
	Отработано ловушек/сут. [Traps processed/day]	575	375	425	400	850
<i>Myodes glareolus</i>	Экземпляры [Specimens]	5	8	6	10	17
	На 100 ловушек/сут. [Per 100 traps/day]	0,87	2,13	1,41	2,50	2,00
<i>Apodemus flavicollis</i>	Экземпляры [Specimens]	0	0	0	0	4
	На 100 ловушек/ сутки [Per 100 traps/ day]	0	0	0	0	0,47
<i>A. uralensis</i>	Экземпляры [Specimens]	0	2	0	1	1
	На 100 ловушек/сут. [Per 100 traps/day]	0	0,53	0	0,25	0,12
<i>A. agrarius</i>	Экземпляры [Specimens]	1	0	0	0	0
	На 100 ловушек/сут. [Per 100 traps/day]	0,17	0	0	0	0
<i>Micromys minutus</i>	Экземпляры [Specimens]	0	0	0	0	0
	На 100 ловушек/сут. [Per 100 traps/day]	0	0	0	0	0
Число видов грызунов [Number of rodent species]		2	2	1	2	3

Мелколесье березово-ивовое [Small birch-willow forest]	Луг пойменный [Floodplain meadow]	Луг сухолюбивый заболоченный [Dry marshy meadow]	Луг злаково-разнотравный [Grass-forb meadow]	Ельник неморальный [Nemoral spruce forest]	Ельник boreальный [Boreal spruce forest]	Сосняк заболоченный [Swampy pine forest]	Болото [Swamp]	Общий итог [Overall summary]
425	475	700	350	725	525	225	225	6275
4	7	11	3	43	9	0	1	124
0,94	1,47	1,57	0,86	5,93	1,71	0	0,44	1,98
0	1	0	1	1	2	0	1	10
0	0,21	0	0,29	0,14	0,38	0	0,44	0,16
0	2	0	0	0	0	0	0	6
0	0,42	0	0	0	0	0	0	0,096
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0,016
0	4,00	0	2,00	1,00	0	0	0	7
0	0,84	0	0,57	0,14	0	0	0	0,11
1	4	1	3	3	2	0	2	X

С целью оценки плотности популяции грызунов в конкретных условиях мы использовали для расчетов только данные ловушко-линий, расположенных на территориях с различной степенью антропогенной нагрузки (близки жилых деревень и экотропы), что позволило оценить плотность популяции грызунов в конкретных условиях (см. рис. 2).

Показатель 2022 г. (0,89) соответствовал слабой интенсивности заселения территории грызунами, что свидетельствовало о низкой плотности популяции в зонах с определенной степенью антропогенной нагрузки. Можно предположить формирование определенной закономерности: после роста популяции в 2023 г. начали проявляться признаки стабилизации в 2024 г., что указывает на возможное достижение популяцией экологического равновесия.

На территории, где экосистемы остаются под слабым антропогенным влиянием, показатель численности грызунов остается в диапазоне 1–3 особи на 100 ловушко-суток, что соответствует естественной динамике [Салтыков и др., 2018]. Отсутствие значимых всплесков численности подтверждает, что в охранной зоне заповедника антропогенное влияние минимально, а колебания численности обусловлены преимущественно природными факторами, такими как климат, наличие хищников и доступность кормовой базы.

Отдельно исследовали динамику поимки грызунов на ловушко-линии в районе туристического маршрута «Леса и люди». Проведен анализ динамики численности грызунов до и после создания экотропы. В 2022 г., до начала функционирования маршрута, на ловушко-линии, расположенной в ненарушенном биотопе, было отловлено 2 особи (0,89 на 100 ловушко-суток). После ввода маршрута в эксплуатацию в летний сезон 2023 г. на той же ловушко-линии зафиксирован рост числа отловленных особей, что увеличило показатель до 1,78. К 2024 г. значение достигло 2,67 особи на 100 ловушко-суток, демонстрируя устойчивую положительную динамику с общим ростом на 200% за двухлетний период.

Появление экотропы в форме очищенного от древесной и кустарниковой растительности линейного объекта и сооружение дощатого настила, вероятно, способствовало формированию дополнительной кормовой базы, изменению структуры растительного покрова и микроклимата (увеличение освещенности), а также снижению активности естественных хищников из-за антропогенного беспокойства. При этом показатель 2024 г. (2,67) остается в пределах естественной вариативности для ненарушенных биотопов Полистовского заповедника

(1–3 особи на 100 ловушко-суток), что указывает на адаптационный потенциал экосистемы [Салтыков и др., 2018].

Полученные данные подчеркивают необходимость мониторинга рекреационных зон для своевременного выявления критических уровней антропогенной нагрузки.

## Выводы

1. Выявлено доминирование рыжей полевки. В исследуемой популяции грызунов рыжая полевка (*Myodes glareolus*) продемонстрировала себя как устойчиво доминантный вид со стабильно высокими показателями численности на протяжении всего периода наблюдений. В ходе исследования были выявлены сопутствующие виды грызунов, встречаемость которых значительно ниже: желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*), мышь-малютка (*Micromys minutus*), полевая мышь (*Apodemus agrarius*) и малая лесная мышь (*A. uralensis*).

2. Анализ показателя «количество отловленных зверьков на 100 ловушко-суток» за 2022–2024 гг. выявил следующие тенденции: в 2022 г. наблюдалась слабая интенсивность заселения территории (1,26 особи); в 2023 г. зафиксирован рост показателя почти в 2,5 раза; в 2024 г. отмечен уровень средней интенсивности заселения (3,17 особи).

3. В зонах с антропогенной нагрузкой наблюдался резкий рост показателя численности грызунов. В заповедных зонах показатель оставался в пределах естественной динамики. На территории туристического маршрута «Леса и люди» отмечен рост численности на 200% за двухлетний период.

## Библиографический список / References

Истомин А.В. Динамика популяций и сообществ мелких млекопитающих как показатель состояния лесных экосистем (на примере каспийско-балтийского водораздела): автореф. ... д-ра биол. наук. М., 2009. [Istomin A.V. Dinamika populyatsiy i soobshchestv melkikh mlekopitayushchikh kak pokazatel sostoyaniya lesnykh ekosistem (na primere kaspiysko-baltiyskogo vodorazdela [Dynamics of populations and communities of small mammals as an indicator of the state of forest ecosystems (using the Caspian-Baltic watershed as an example)]. PhD theses. Moscow, 2009.]

Климова А.С., Сиротина М.В. Некоторые особенности популяционной организации мышевидных грызунов на территории ООПТ «Кологривский лес» и Костромского лесничества ОПХ «Минское» // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное

состояние и перспективы: материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28–29 октября 2021 г. Кологрив, 2021. С. 238–243. [Klimova A.S., Sirotina M.V. Some features of the population organization of mouse-like rodents on the territory of the protected area “Kologrivsky Forest” and hunting and commercial farm of the Kostroma forestry “Minskoe”. *Vklad osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy v ekologicheskuyu ustoychivost regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy: materialy II Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) konferentsii, priurochennoy k 15-letiyu sozdaniya zapovednika «Kologrivskiy les», Kologriv, 28–29 oktyabrya 2021 g.* Kologriv, 2021. Pp. 238–243. (In Rus.)]

Левенкова Е.С., Малыгин В.М. О возможных механизмах адаптации генома грызунов к присутствию в среде их обитания антропогенных экотоксикантов // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: Сборник материалов XVII Международной научной экологической конференции, Белгород, 22–24 ноября 2022 г. / под ред. Ю.А. Присного. Белгород, 2022. С. 98–101. [Levenkova E.S., Malygin V.M. On possible mechanisms of adaptation of the rodent genome to the presence of anthropogenic ecotoxicants in their environment. *Organizmy, populyatsii i soobshchestva v transformiruyushcheyseya srede: Sbornik materialov XVII Mezhdunarodnoy nauchnoy ekologicheskoy konferentsii, Belgorod, 22–24 noyabrya 2022 g.* Yu.A. Prisniy (ed.). Belgorod, 2022. Pp. 98–101. (In Rus.)]

Макаров А.В. Влияние рекреации на сообщества мелких млекопитающих антропогенных ландшафтов окрестностей Бийска // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 214–218. [Makarov A.V. The impact of recreation on small mammal communities in anthropogenic landscapes around Biysk. *Polzunovskiy vestnik*. 2011. No. 4-2. Pp. 214–218. (In Rus.)]

Машков Е.И., Кришчук И.А., Гайдученко Е.С. Фаунистический состав мелких млекопитающих луговых экосистем особо охраняемых природных территорий Беларуси // Актуальные проблемы экологии: Сборник научных статей, Гродно, 5–6 октября 2022 г. Гродно, 2022. С. 74–77. [Mashkov E.I., Krishchuk I.A., Gaiduchenko E.S. Faunistic composition of small mammals of meadow ecosystems of specially protected natural areas of Belarus. *Aktualnye problemy ekologii: Sbornik nauchnykh statey, Grodno, 5–6 oktyabrya 2022 g.* Grodno, 2022. Pp. 74–77. (In Rus.)]

Сабанова Р.К. Поведение грызунов в различных антропогенных зонах // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 6. С. 50–51. [Sabanova R.K. Behavior of rodents in various anthropogenic zones. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 2013. No. 6. Pp. 50–51. (In Rus.)]

Салтыков А.Н., Ватлина Т.В., Беляев Д.А. Сезонная динамика численности мышевидных грызунов в хвойно-широколиственных лесах Национального парка «Смоленское Поозерье» и оценка их влияния на всплеск возобновления хвойных // Региональные геосистемы. 2017. № 18 (267). (In Rus.) [Saltykov A.N., Vatlina T.V., Belyaev D.A. Seasonal dynamics of the number of mouse-like rodents in coniferous-broadleaf forests of the Smolenskoye Poozerie National Park and

assessment of their impact on the surge in coniferous regeneration. *Regionalnye geosistemy*. 2017. No. 18 (267). (In Rus.)]

Шефтель Б.И. Методы учета численности мелких млекопитающих // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. № 3. С. 1–21. [Sheftel B.I. Methods for census of small mammals. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2018. No. 3. Pp. 1–21. (In Rus.)]

Статья поступила в редакцию 19.08.2025, принята к публикации 09.10.2025  
The article was received on 19.08.2025, accepted for publication 09.10.2025

## Сведения об авторах / About the authors

**Цветкова Ксения Николаевна** – преподаватель кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, Псковская обл.; сотрудник научного отдела, Государственный природный заповедник «Полистовский», п. Бежаницы, Псковская обл.

**Ksenia N. Tsvetkova** – lecturer at the Department of Animal Science and Livestock Product Processing Technology, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region; research fellow at the Research Department, Polistovsky State Nature Reserve, Bezhanitsy, Pskov Region

E-mail: Gorbunova-ksenia@yandex.ru

**Цветков Илья Николаевич** – преподаватель кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, Псковская обл.; сотрудник научного отдела, Государственный природный заповедник «Полистовский», п. Бежаницы, Псковская обл.

**Ilya N. Tsvetkov** – lecturer at the Department of Animal Science and Livestock Product Processing Technology, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region; research fellow at the Research Department, Polistovsky State Nature Reserve, Bezhanitsy, Pskov Region

E-mail: Tsvetkov-iliya@yandex.ru

**Кораблев Николай Павлович** – доктор биологических наук, доцент; профессор кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, Псковская обл.; директор, Государственный природный заповедник «Полистовский», п. Бежаницы, Псковская обл.

**Nikolay P. Korablyov** – Dr. Biol. Hab.; Professor at the Department of Animal Science and Livestock Product Processing Technology, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region; Director, Polistovsky State Nature Reserve, Bezhanitsy, Pskov Region

E-mail: zoo@vgsa.ru

## Заявленный вклад авторов

**К.Н. Цветкова** – планирование методологии, организация и проведение полевых работ, сбор и первичная обработка биологического материала, анализ данных, описание исследования

**И.Н. Цветков** – организация и проведение полевых работ, сбор и первичная обработка биологического материала

**Н.П. Кораблев** – научное руководство исследованием, редактирование описания исследования

## Contribution of the authors

**K.N. Tsvetkova** – methodology planning, organization and conduct of fieldwork, collection and initial processing of biological material, data analysis, study description

**I.N. Tsvetkov** – organization and conduct of fieldwork, collection and initial processing of biological material

**N.P. Korablyov** – scientific supervision of the study, editing of the study description

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-361-395

УДК 631.417:502.521-044.3(571.13)

**Н.Н. Жаркова, В.А. Игумина**

Омский государственный аграрный университет  
имени П.А. Столыпина,  
644008 г. Омск, Российская Федерация

## Эколого-геохимическая оценка состояния почв разных функциональных зон г. Омска по содержанию тяжелых металлов

В последние годы загрязнение почв крупных промышленных городов тяжелыми металлами стало важной экологической проблемой. Город Омск является крупным промышленным центром Сибири. При этом комплексные исследования состояния почвенного покрова Омска по содержанию тяжелых металлов в поверхностном слое почв разных функциональных зон (промышленная, транспортная, селитебная, рекреационная) не проводились. Цель исследования – оценка эколого-геохимического состояния почв разных функциональных зон Омска по содержанию тяжелых металлов. В отобранных образцах почв изучали содержание 5 тяжелых металлов: цинк, медь, свинец, кадмий, мышьяк. Определение Zn, Cu, Cd и Pb проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией, As определяли фотометрическим методом. В ходе проведенных исследований установлено, что в поверхностном горизонте почв Омска приоритетными поллютантами выступают цинк и свинец. По суммарному показателю загрязнения почвенный покров города характеризуется

высоким уровнем загрязнения. В транспортной зоне 57,1% почв имеют опасный и чрезвычайно опасный уровень, 14,3% – умеренно-опасный и 28,6% – допустимый; в промышленной зоне – опасный и чрезвычайно опасный уровень загрязненности отмечен на 92,3% обследованных почв. На основе показателя индекса загрязненности почв выделены отдельные загрязненные участки, нуждающиеся в проведении ремедиации. Они преимущественно расположены в импактных зонах предприятий и вблизи крупных транспортных автомагистралей. В селитебной и рекреационной зонах г. Омска складывается более или менее благоприятная ситуация по содержанию тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** городские почвы, тяжелые металлы, уровень загрязнения почв, город Омск

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Жаркова Н.Н., В.А. Игумина В.А. Эколого-геохимическая оценка состояния почв разных функциональных зон г. Омска по содержанию тяжелых металлов // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 4. С. 361–395. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-361-395

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-361-395

**N.N. Zharkova, V.A. Iguminova**

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,  
Omsk, 644008, Russian Federation

## Ecological and geochemical assessment of soils of various functional zones of Omsk in the content of heavy metals

In recent years, soil pollution of large industrial cities with heavy metals has become an important environmental problem. The city of Omsk is a large industrial center of Siberia. At the same time, comprehensive studies of the state of the soil cover of the city of Omsk for the content of heavy metals in the surface layer of soils of various functional zones (industrial,

transport, nitrate, and recreational) were not carried out. The purpose of the study is to assess the environmental and geochemical state of soils of various functional zones of Omsk in the content of heavy metals. In the selected soil samples, the content of 5 heavy metals was studied: zinc, copper, lead, cadmium, and arsenic. The definition of Zn, Cu, Cd, and Pb was carried out by atomic-absorbance spectrometry with flame atomization. As was determined by the photometric method. In the course of the studies, it was found that in the surface horizon of soils of Omsk, zinc and lead are priority pollutants. According to the total indicator of pollution, the soil cover of Omsk is characterized by a high level of pollution. In the transport zone, 57.1% of the soils have a dangerous and extremely dangerous level, 14.3% – moderately hazardous and 28.6% – permissible. In the industrial zone, a dangerous and extremely dangerous level of pollution was noted by 92.3% of the soil surveyed. Based on the IPS indicator, separate polluted areas requiring remediation were identified. They are mainly located in the impact zones of enterprises and near large transport motorways. In the residential and recreational zones of Omsk, a more or less favorable situation in the content of heavy metals is developing.

**Key words:** city soils, heavy metals, soil pollution, the city of Omsk

CITATION: Zharkova N.N., Iguminova V.A. Ecological and geochemical assessment of soils of various functional zones of Omsk in the content of heavy metals. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 361–395. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-3-361-395

## Введение

В последние годы загрязнение почв крупных промышленных городов тяжелыми металлами стало важной экологической проблемой [Содержание тяжелых металлов..., 2020; Геоэкологическая оценка..., 2021]. Это связано с высокой антропогенной нагрузкой, которую оказывают на почвы промышленные предприятия, автомобильный транспорт, тепловые электростанции и т.д.

Тяжелые металлы относятся к группе приоритетных неорганических загрязняющих веществ [Davydova, 2005; Sharma, Singh, 2015]. Важной особенностью этих элементов является их способность к накоплению в тканях и, как следствие, органах человека. Все это приводит к нарушению физиологических функций, провоцирует всевозможные аспираторные, онкологические и генетические заболевания. Проблема присутствия тяжелых металлов в почвах осложняется

их способностью к аккумуляции и миграции. Известно, что содержание тяжелых металлов в городских почвах часто зависит не только от расстояния до источника негативного воздействия, но и от факторов, влияющих на процесс почвообразования: рельеф местности, гранулометрический состав почв, растительные и микробные сообщества [Сорокин, Савич, Мосина, 2020].

Омск является крупным промышленным, культурным и научным центром Сибири. Это третий по численности населения город в Сибирском федеральном округе, после Новосибирска и Красноярска, и 13 в Российской Федерации. По данным Омскстата, по состоянию на 1 января 2025 г. в Омске проживает 1 336 612 человек<sup>1</sup>. Основу промышленности в городе составляют нефтепереработка, нефтехимия, машиностроение (аэрокосмическое, танковое, сельскохозяйственное).

Комплексные исследования состояния почвенного покрова по содержанию тяжелых металлов в разных функциональных зонах Омска не проводились. Имеющиеся немногочисленные исследования в основном охватывают какие-то отдельные районы города и имеют небольшую выборку (2–3 точки) [Самарская, 2019; Кислицына, Шерстобитов, 2020] либо импактные зоны промышленных предприятий [Скрипко, Мальгина, 2019].

В связи с этим исследования, направленные на определение степени загрязнения тяжелыми металлами поверхностного слоя почв разных функциональных зон Омска и выделение районов повышенного риска для здоровья человека, являются весьма актуальными и приобретают все большую значимость в рамках мероприятий, направленных на охрану окружающей среды.

Цель исследования – оценка эколого-геохимического состояния почв разных функциональных зон г. Омска по содержанию тяжелых металлов.

Задачи исследования:

- 1) оценить содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, As) в почвах разных функциональных зон (промышленная, транспортная, селитебная, рекреационная) г. Омска;
- 2) определить степень загрязнения почвенного покрова г. Омска тяжелыми металлами;
- 3) определить приоритетные загрязнители почв г. Омска.

<sup>1</sup> Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Омской области. URL: [https://55.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ind-naselenie\\_01.01.2025.htm](https://55.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ind-naselenie_01.01.2025.htm) (дата обращения: 06.10.2025).

## Материалы и методы

Объектом исследования были поверхностные горизонты антропогенно-преобразованных почв Омска. Отбор почвенных образцов проводился в июне 2024 г. в границах г. Омска в пяти административных округах: Кировском (КАО), Ленинском (ЛАО), Октябрьском (ОАО), Центральном (ЦАО) и Советском (САО). Фоновую пробу отбирали в пос. Дачный в 35 км от города.

Город Омск с учетом вида использования территории был разделен на 4 функциональные зоны: промышленная, транспортная, рекреационная и селитебная, в каждой из которой был проведен отбор почвенных образцов. Территории крупных производственных объектов рассматривались в составе промышленной зоны. Транспортная зона включала участки, прилегающие к дорогам с интенсивным движением транспорта. Скверы и парки города, являющиеся объектами отдыха и туризма, были отнесены к рекреационной зоне. В качестве селитебной зоны была выбрана жилая многоэтажная застройка.

На территории Омска с учетом функционального зонирования было выделено 47 участков опробования. Места отбора почвенных проб представлены на рис. 1. На каждом участке опробования с помощью почвенного бура методом «конверта» отбирали смешанную пробу поверхностного слоя почвы с глубины 0–10 см весом около 1,0–1,5 кг. Всего было отобрано и проанализировано вместе с фоновой пробой 48 почвенных образцов.

Пробоотбор для контроля загрязнения почв и оценки их качественного состояния естественного и нарушенного сложения проводился согласно требованиям, представленным в ГОСТ 17.4.4.02–2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Пробоподготовку полученных почвенных образцов осуществляли согласно ГОСТ ISO 11464–2015 «Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа».

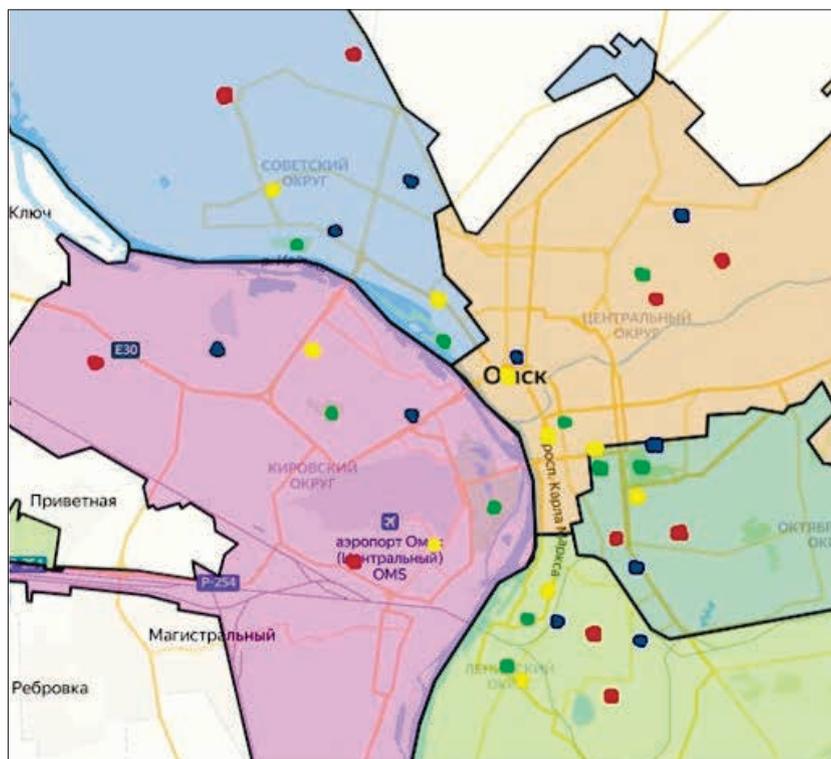
Лабораторные анализы осуществляли в Омском филиале ФГБУ «Агрохимическая служба России». В каждой почвенной пробе проводили количественное определение содержания тяжелых металлов разных классов опасности: Zn, Cu, Pb, Cd и As.

Определение в почве Zn, Cu, Cd и Pb проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант-2мт»<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Методические указания по определению тяжелых металлов в кормах и растениях и их подвижных соединений в почвах. М., 1993.

Мышьяк определяли фотометрическим методом на спектрофотометре UNICO 2100<sup>3</sup>.

Оценку опасности загрязнения почв проводили с использованием установленных в России санитарно-гигиенических нормативов – предельно допустимой концентрации (ПДК)<sup>4</sup>.



Функциональные зоны отбора проб почвы [Functional zones of soil sampling]:

- Промышленная [Industrial]
- Рекреационная [Recreational]
- Транспортная [Transport]
- Селитебная [Residential]

**Рис. 1.** Карта-схема мест отбора почвенных образцов на территории г. Омска  
**Fig. 1.** The map-scheme of places of selection of soil samples on the territory of Omsk

<sup>3</sup> Методические указания по определению мышьяка в почвах фотометрическим методом. М., 1993.

<sup>4</sup> СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М., 2021. № 62296.

Оценку экологической опасности загрязнения поверхностного слоя почв отдельными тяжелыми металлами проводили путем расчета коэффициента опасности<sup>5</sup>:

$$K_{\text{опасности}} = C_i / C_{\text{ПДК}}, \quad (1)$$

где  $C_i$  – содержание тяжелых металлов в поверхностном слое почвы, мг/кг;  $C_{\text{ПДК}}$  – санитарно-гигиенический норматив для конкретного тяжелого металла (см. табл. 1).

Опасность тем выше, чем больше фактическое содержание превышает ПДК.

Оценку загрязнения поверхностного слоя почв конкретным тяжелым металлом проводили, используя индекс геоаккумуляции ( $I_{\text{geo}}$ ) [Müller, 1969; Nowrouzi, Pourkhabbaz, 2014; Авдощенко, Климова, 2022]:

$$I_{\text{geo}} = \log_2 (C_i / 1,5C_{\text{ф}}) \quad (2)$$

где  $C_i$  – содержание тяжелых металлов в почвенной пробе;  $C_{\text{ф}}$  – фоновое содержание тяжелых металлов.

В зависимости от значения  $I_{\text{geo}}$  почвы подразделяются:  $I_{\text{geo}} < 0$  – незагрязненные почвы;  $0 < I_{\text{geo}} < 1$  – слабая степень загрязнения;  $1 < I_{\text{geo}} < 2$  – умеренная степень загрязнения;  $2 < I_{\text{geo}} < 3$  – достаточно сильная степень загрязнения;  $3 < I_{\text{geo}} < 4$  – сильная степень загрязнения;  $4 < I_{\text{geo}} < 5$  – очень сильная степень загрязнения,  $5 < I_{\text{geo}}$  – чрезвычайно сильная степень загрязнения [Авдощенко, Климова, 2022, с. 68].

Для выделения тяжелого металла, представляющего наибольшую угрозу для почвенного покрова, вычисляли индекс загрязнения ( $PI$ ) [Kowalska et al., 2018; Авдощенко, Климова, 2022]:

$$PI = (C_i / C_{\text{ф}}) \quad (3)$$

При значении  $PI < 1$  – загрязнение почв отсутствует;  $1 < PI < 2$  – слабая степень загрязнения;  $2 < PI < 3$  – средняя степень загрязнения;  $3 < PI < 5$  – сильная степень загрязнения;  $PI > 5$  – очень сильная степень загрязнения [Авдощенко, Климова, 2022, с. 68].

Для интегральной оценки уровня загрязнения почвенного покрова одновременно несколькими тяжелыми металлами использовали суммарный показатель загрязнения почв ( $Z_c$ )<sup>6</sup>:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1), \quad (4)$$

<sup>5</sup> Методические указания 2.1.7.730–99. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почв. М., 1999.

<sup>6</sup> Там же.

где  $n$  – количество определяемых элементов в почвенном покрове;  $K_c$  – коэффициент концентрации загрязняющих веществ, рассчитывается делением концентрации загрязняющего вещества в почвенном покрове на фоновое содержание этого элемента.

В зависимости от значения суммарного показателя загрязнения почв устанавливаются следующие уровни загрязнения:  $Z_c < 16$  – допустимый,  $Z_c < 16-32$  – умеренно-опасный,  $Z_c < 32-128$  – опасный,  $Z_c > 128$  – чрезвычайно опасный<sup>7</sup>.

Комплексная оценка опасности загрязнения почв проводилась с помощью индекса загрязнения почв (ИЗП) [Богданов, 2012; Константинова, 2020]:

$$\text{ИЗП} = \sum K_o / n, \quad (5)$$

где  $K_o$  – коэффициент опасности;  $n$  – количество анализируемых компонентов. В зависимости от значения индекса загрязнения почвы подразделяются на чистые ( $<0,75$ ), проблемные ( $0,75-1,0$ ) и загрязненные, нуждающиеся в проведении ремедиации ( $>1,0$ ) [Богданов, 2012; Константинова, 2020].

## Результаты

Содержание тяжелых металлов в поверхностном горизонте почв Омска значительно варьирует даже в пределах одной зоны (табл. 1), что указывает на разнообразие антропогенных источников их поступления.

На рис. 2 представлено содержание подвижных форм Zn, Cu, Pb, Cd в каждой точке сбора проб.

Концентрация цинка в поверхностном слое почвы всех исследуемых участков г. Омска была выше фонового уровня – 0,3 мг/кг (п. Дальний). Превышения ПДК (23 мг/кг) были зафиксированы в трех точках промышленной зоны: АО «Омсктрансаш» (№ 17), ПО «Полет» – филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» (№ 19), ПАО «Омкшина» (№ 23) и четырех точках транспортной зоны: Транссибирская ул., д. 2 (№ 2), ул. Лобкова (№ 3), ул. Сухой Пролет (№ 4), Пересечение ул. Масленникова и ул. Куйбышева (№ 6). Максимальная концентрация цинка (36,3 мг/кг) установлена в импактной зоне возле предприятия АО «Омсктрансаш».

<sup>7</sup> СанПиН 2.1.7.1287–03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы и грунтов. М., 2003. № 4500.

**Содержание тяжелых металлов  
в поверхностном горизонте почв г. Омска (n = 48)  
[Heavy metal content in the surface horizon of Omsk soils (n = 48)]**

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	Содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг* [Content of heavy metals in soils, mg/kg*]				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As
	Фоновая проба (поселок Дачный) [Background test (Dachny village)]	0,5	0,02	0,1	0,3	5,3
<i>Транспортная зона [Transport area]</i>						
1	Пересечение ул. Комарова и ул. Лукашевича [The intersection of Komarov St. and Lukashevich St.]	3,2	0,04	1,5	4,3	9,8
2	Транссибирская ул., 2 [2, Transsibirskaya St.]	18,3	0,16	1,5	24,8	13,6
3	ул. Лобкова (Дворец культуры им. Красной Гвардии) [Lobkov St. (The Red Guard Palace of Culture)]	16,5	0,12	1,5	30,5	7,9
4	Ул. Сухой Пролет [Sukhoi Prolet St.]	5,0	0,14	1,3	23,8	5,8
5	Пересечение ул. Богдана Хмельницкого и ул. Лизы Чайкиной [Intersection of Bogdan Khmelnitsky St. and Lisa Chaikina St.]	17,3	0,12	1,7	23,0	11,1
6	Пересечение ул. Масленникова и ул. Куйбышева [The intersection of Maslennikov St. and Kuibyshev St.]	16,5	0,13	0,8	27,8	6,0
7	Пересечение ул. Нефтезаводская и ул. 22 Апреля [The intersection of Neftezavodskaya St. and 22 April St.]	1,5	0,10	0,2	2,3	4,2
8	Пересечение ул. Березовая и ул. Красный Путь [Intersection of Berezovaya St. and Krasny Put St.]	1,7	0,04	0,2	3,5	8,1
9	Пересечение ул. Красный Путь и ул. Интернациональная [The intersection of Krasny Put St. and Internatsionalnaya St.]	1,3	0,04	0,1	1,6	8,8
10	Проспект Карла Маркса [Karl Marx Avenue]	3,3	0,09	0,5	11,3	5,5

Продолжение табл. 1

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	Содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг* [Content of heavy metals in soils, mg/kg*]				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As
11	Ул. 21-я Амурская [21st Amurskaya St.]	2,8	0,06	0,6	11,0	8,6
12	Ул. Бульварная [Bulvarnaya St.]	1,7	0,06	0,2	0,8	8,1
13	Бульвар Архитекторов [Boulevard Arhitektorov]	1,9	0,08	0,2	6,1	8,1
14	Ул. Конева [Konev St.]	2,0	0,06	0,2	7,0	8,7
<i>Промышленная зона [Industrial area]</i>						
15	Ул. И.Н. Багнюка, 2 (ОАО «САН ИнБев») [2, I.N. Bagnyuk St. (SAN InBev, JSC)]	1,6	0,05	0,2	2,3	10,9
16	Ул. Ключевая, 37/3 (ООО «Сибирский завод металлоизделий») [37/3, Klyuchevaya St. (Siberian Metal Products Plant, LLC)]	4,4	0,12	0,5	9,0	8,4
17	Ул. Красный Переулок, 2 (АО «Омсктрансмаш») [2, Krasny Pereulok St. (Omsktransmash, JSC)]	15,5	0,19	1,2	36,3	4,7
18	Ул. Гуртьева, 18 (АО ОНИИП) [18, Gurtieva St. (ONIIP, JSC)]	2,2	0,13	0,3	8,8	8,2
19	Ул. Богдана Хмельницкого, 226 (ПО «Полет» – филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева) [226, Bogdan Khmelnitsky St. (Polet Production Association – branch of the Khrunichev State Scientific and Technical University)]	16,8	0,19	1,8	23,8	12,7
20	Ул. Бударкина, 2 (АО «Омкшшина») [2, Buderkin St. (Omskshina, JSC)]	2,8	0,10	0,3	25,0	5,9
21	Ул. Нефтезаводская (АО «Газпромнефть-ОНПЗ») [Neftezavodskaya St. (Gazpromneft-ONPZ, JSC)]	2,4	0,12	0,4	7,3	6,6
22	Проспект Губкина (АО «Омский каучук») [Gubkin Avenue (Omsk Rubber, JSC)]	2,1	0,07	0,3	9,3	8,9
23	Ул. 4-я Челюскинцев, 4/2 (НПО «МИР») [4/2, 4th Chelyuskintsev St. (NPO MIR)]	18,5	0,22	4,0	23,0	10,9

Продолжение табл. 1

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	Содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг* [Content of heavy metals in soils, mg/kg*]				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As
24	Ул. 22-го Паргсъезда, 51 (Сладонеж) [51, 22-go Partseyezda St. (Sladonezh)]	2,1	0,07	0,2	9,0	7,2
25	Ул. 10 лет Октября, 219/2 (ТЭЦ-5) [219/2, 10 let Oktyabrya St. (CHP-5)]	2,8	0,06	0,6	11,0	8,6
26	Ул. 3-я Автомобильная, 2А/2 (Омскхлебпродукт-стандарт) [2А/2, 3st Avtomobilnaya St., (Omskhhleproduct-standard)]	4,5	0,11	1,1	16,8	5,8
27	Ул. Нефтезаводская, 49/1 (ООО НПО «Октан») [49/1, Neftezavodskaya St. (NPO Oktan, LLC)]	1,2	0,08	0,2	19,0	8,0
<i>Рекреационная зона [Recreational area]</i>						
28	Парк им. 30-летия Победы [30th Anniversary of Victory Park]	1,9	0,06	0,9	3,0	6,2
29	Парк им. 300-летия города Омска [300th Anniversary of the City of Omsk Park]	1,6	0,05	0,1	1,7	7,4
30	Сквер «Красная звезда» [Krasnaya Zvezda Square]	1,6	0,05	0,3	4,8	5,4
31	Сквер «Юбилейный» [Yubileyny Square]	1,2	0,04	0,1	4,3	6,3
32	Парк им. 30 лет ВЛКСМ [30 Years of Komsomol Park]	17,0	0,10	0,4	17,5	8,1
33	Аллея Литераторов [Alley of Writers]	1,9	0,04	0,2	4,5	7,5
34	ПКиО «Зеленый остров» [“Green Island” Park of Culture and Recreation]	2,3	0,06	0,2	7,0	5,5
35	ПКиО «Советский» [“Sovetsky” Park of Culture and Recreation]	1,8	0,07	0,2	7,0	6,9
36	ПКиО «Сад Сибирь» [“The Garden of Siberia” Park of Culture and Recreation]	1,1	0,03	0,1	1,2	8,7
37	Сквер имени Д.М. Карбышева [D.M. Karbyshev Square]	2,9	0,11	0,3	9,3	8,5

Окончание табл. 1

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	Содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг* [Content of heavy metals in soils, mg/kg*]				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As
<i>Селитебная зона [Residential area]</i>						
38	Ул. Лисицкого, 5 [5, Lisitsky St.]	1,5	0,04	0,2	2,0	4,2
39	Ул. 70 лет Октября, 20 [20, 70 let Oktyabrya St.]	2,4	0,07	0,3	5,0	7,4
40	Ул. Карело-Финская, 23 [23, Karelo-Finskaya St.]	2,6	0,50	0,2	18,3	7,8
41	Ул. Труда, 1 [1, Truda St.]	1,9	0,04	0,2	4,5	7,6
42	Ул. Кирова, 6 [6, Kirov St.]	1,9	0,05	0,2	6,5	7,8
43	Ул. 20 лет РККА, 61/1 [61/1, 20 let RKKKA St.]	2,5	0,04	0,3	7,5	7,4
44	Ул. Малиновского, 14/2 [14/2, Malinovsky St.]	17,0	0,11	0,5	9,5	9,3
45	Ул. 4-я Поселковая, 34 [34, 4th Poselkovaya St.]	1,9	0,07	0,2	4,8	6,4
46	Ул. Яковлева, 12 [12, Yakovlev St.]	3,3	0,09	0,5	1,4	8,8
47	Ул. Успешная, 3/1 [3/1, Uspeshnaya St.]	1,3	0,08	0,1	1,4	8,2
	ПДК [Maximum permissible concentration]	6,0	0,50	3,0	23,0	10,0

Содержание меди в почве фонового участка было ниже, чем в промышленной и транспортной зонах г. Омска. В рекреационной и селитебной зонах концентрация меди была близка к фоновому уровню (0,1 мг/кг). В рекреационной зоне концентрация меди изменялась от 0,1 до 0,9 мг/кг, в селитебной – 0,1–0,5 мг/кг. Превышение ПДК в 1,33 раза было отмечено только в одной точке возле предприятия НПО «МИР».

Концентрация свинца превышала ПДК во всех функциональных зонах г. Омска. В промышленной зоне превышение зафиксировано в трех точках (АО «Омсктрансмаш»; ПО «Полет» – филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»; НПО «МИР»), в транспортной зоне – в четырех (Транссибирская ул. 2; ул. Лобкова; Пересечение ул. Богдана Хмельницкого и ул. Лизы Чайкиной; Пересечение ул. Масленникова

и ул. Куйбышева), в селитебной и рекреационной – в одной точке (ул. Малиновского, д. 14, к. 2 и Парк им. 30 лет ВЛКСМ).

Содержание кадмия во всех функциональных зонах было ниже ПДК – 0,50 мг/кг. Только в единственной точке в жилой зоне (ул. Карело-Финская, д. 23) была отмечена наибольшая концентрация кадмия – 0,50 мг/кг. В селитебной и рекреационной зонах концентрация этого вещества изменялась от 0,03 до 0,11 мг/кг (за исключением точки № 40) при фоновом значении 0,02 мг/кг. В промышленной и транспортной зонах содержание кадмия было несколько выше по сравнению с другими зонами и изменялось от 0,04 до 0,22 мг/кг.

Концентрация валового мышьяка в поверхностном слое почв города Омска приведена на рис. 3.

Концентрация мышьяка незначительно превышала ПДК (1,1–1,4 раза) в транспортной и промышленной зонах города. В почвах содержание мышьяка варьировало от 4,2 до 13,6 мг/кг.

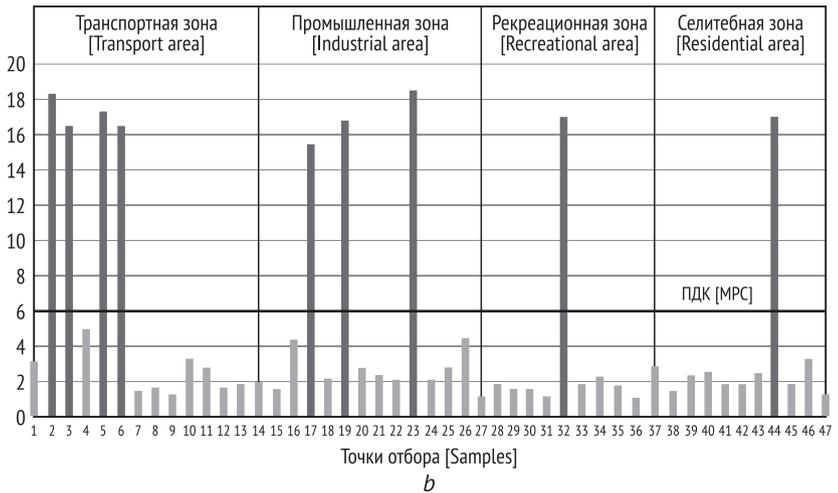
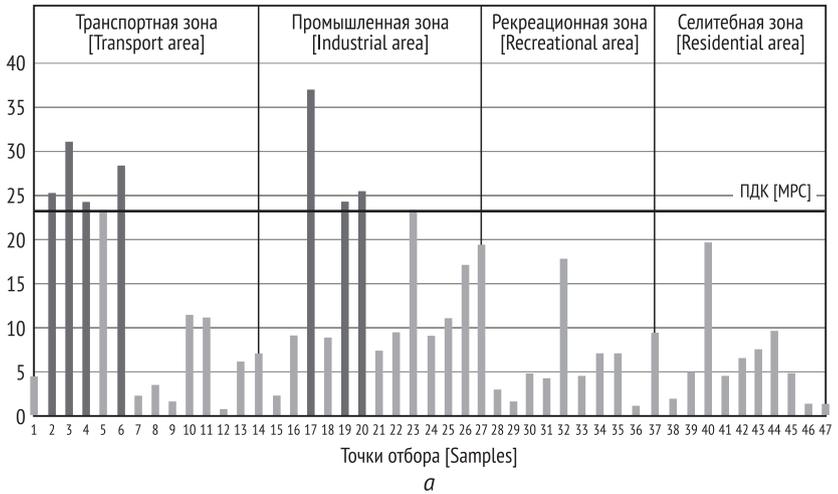
Коэффициенты опасности, индексы геоаккумуляции по каждому тяжелому металлу, а также категории загрязнения почв в зависимости от значений  $I_{\text{geo}}$  приведены в табл. 2.

Опасность загрязнения почв тем или иным тяжелым металлом тем выше, чем больше превышение фактического содержания элемента относительно ПДК. Исходя из значений  $K_{\text{опасности}}$ , наибольшее превышение отмечено по свинцу в транспортной и промышленной зонах – 2,58–3,08 раз. В меньшей степени наблюдалось превышение ПДК по цинку – 1,03–1,58 раз. Единичные превышения были зафиксированы для меди (1,33 раза) и мышьяка (1,09–1,36 раз).

Анализ значений  $I_{\text{geo}}$  показал, что в отношении свинца и цинка в промышленной и транспортной зонах отмечается очень сильная и чрезвычайно сильная степень загрязнения почвенного покрова. В селитебной и рекреационных зонах степень загрязнения почв цинком характеризуется как сильная. В меньшей степени почвы г. Омска загрязнены мышьяком. В большинстве точек опробования рекреационной и селитебной зон отмечена слабая степень загрязнения для меди и кадмия.

В табл. 3 приведены результаты расчетов индекса загрязнения ( $PI$ ), суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ) и индекса загрязненности почв.

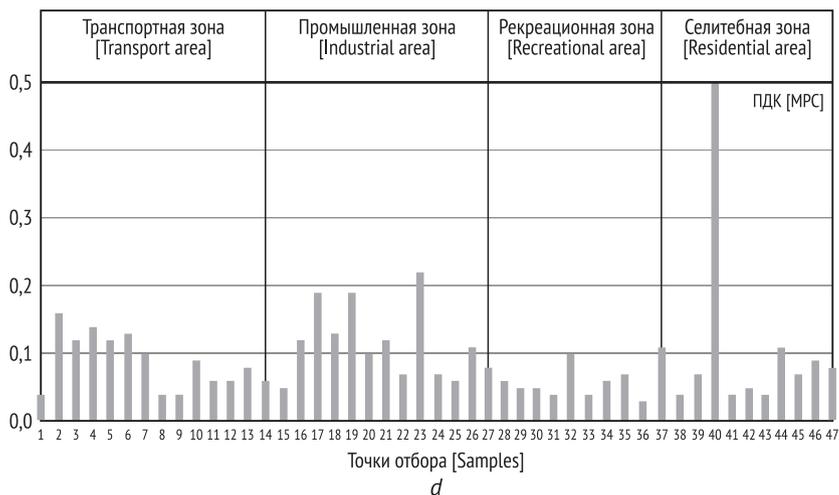
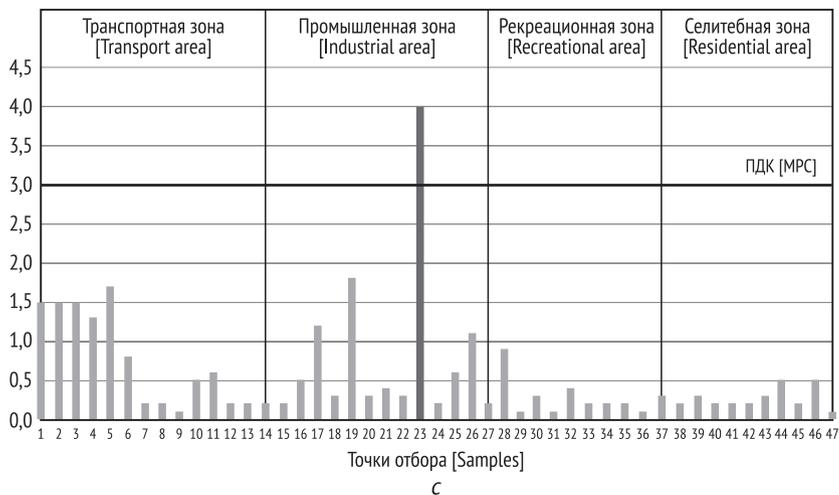
При расчете индекса загрязнения почв сравнение фактического содержания тяжелых металлов проводится с фоновым содержанием элемента. Исходя из полученных значений индекса загрязненности почв, очень сильная степень загрязнения наблюдается во всех зонах по цинку, в транспортной и промышленной зонах – по свинцу, кадмию и меди.



**Рис. 2.** Содержание подвижных форм тяжелых металлов (мг/кг) в почвах разных функциональных зон г. Омска:

*a* – Zn; *b* – Pb; *c* – Cu; *d* – Cd

Темным цветом отмечено превышение предельно-допустимой концентрации загрязняющих веществ



**Fig. 2.** The content of mobile forms of heavy metals (mg/kg) in soils of different functional zones of Omsk:

*a* – Zn; *b* – Pb; *c* – Cu; *d* – Cd

The dark color indicates that the maximum permissible concentration of pollutants has been exceeded



**Рис. 3.** Содержание валового количества мышьяка (мг/кг) в почвах разных функциональных зон г. Омска  
Темным цветом отмечено превышение предельно-допустимой концентрации загрязняющего вещества

**Fig. 3.** The content of gross As (mg/kg) in soils of different functional zones of Omsk  
The dark color indicates that the maximum permissible concentration of pollutant has been exceeded

Выполненные расчеты суммарного показателя загрязнения почв показали, что в транспортной и промышленной зоне преобладает умеренно-опасный и опасный уровень загрязнения, в рекреационной и селитебной зоне – допустимый и умеренно-опасные уровни загрязнения почвы. Максимальные значения по цинку (131–171) были зафиксированы вблизи крупных промышленных предприятий и в местах с интенсивным движением транспорта.

Проводя оценку загрязненности почв согласно индекса загрязненности почвы, стоит отметить, что в селитебной и рекреационной зонах большинство точек опробования характеризовались как чистые, за исключением точек по ул. Малиновского, д. 14, корп. 2 (селитебная зона) и парка 300-летия ВЛКСМ (рекреационная зона). В этих местах отмечено превышение ПДК по свинцу (2,8 раз), что, возможно, связано с близостью транспортных линий и парковочных площадок. В промышленной зоне загрязненные почвы, нуждающиеся в проведении ремедиации, были обнаружены вблизи трех предприятий: АО «Омсктрансмаш», ПО «Полет» – филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», НПО «МИР». В транспортной зоне из 14 точек опробования только 4 имели категорию загрязненная.

**Значения коэффициентов опасности и индексов геоаккумуляции**  
**[The values of the hazard coefficients and geo-accumulation indices]**

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	K <sub>опасности</sub> [Hazard ratio]					I <sub>geo</sub>				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Cu	Zn	As
<i>Транспортная зона [Transport area]</i>											
1	Пересечение ул. Комарова и ул. Лукашевича [The intersection of Komarov St. and Lukashevich St.]	0,53	0,08	0,50	0,19	0,98	2,09 <sup>4</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,32 <sup>5</sup>	3,26 <sup>5</sup>	0,30 <sup>2</sup>
2	Транссибирская ул., 2 [2, Transsibirskaya St.]	<b>3,05</b>	0,32	0,50	<b>1,08</b>	<b>1,36</b>	4,61 <sup>6</sup>	2,42 <sup>4</sup>	3,32 <sup>5</sup>	5,78 <sup>7</sup>	0,77 <sup>2</sup>
3	Ул. Лобкова (Дворец культуры им. Красной Гвардии) [Lobkov St. (The Red Guard Palace of Culture)]	<b>2,75</b>	0,24	0,50	<b>1,33</b>	0,79	4,46 <sup>6</sup>	2,00 <sup>3</sup>	3,32 <sup>5</sup>	6,08 <sup>7</sup>	-0,01 <sup>1</sup>
4	ул. Сухой Пролет [Sukhoi Prolet St.]	0,83	0,28	0,43	<b>1,03</b>	0,58	2,74 <sup>4</sup>	2,22 <sup>3</sup>	3,12 <sup>5</sup>	5,72 <sup>7</sup>	-0,45 <sup>1</sup>
5	Пересечение ул. Богдана Хмельниц- кого и ул. Лизы Чайкиной [Intersection of Bogdan Khmelnitsky St. and Lisa Chaikina St.]	<b>2,88</b>	0,24	0,57	1,00	<b>1,11</b>	4,53 <sup>6</sup>	2,00 <sup>3</sup>	3,50 <sup>5</sup>	5,68 <sup>7</sup>	0,48 <sup>2</sup>
6	Пересечение ул. Масленникова и ул. Куйбышева [The intersection of Maslennikov St. and Kuibyshev St.]	<b>2,75</b>	0,26	0,27	<b>1,21</b>	0,60	1,00 <sup>2</sup>	1,74 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	2,35 <sup>4</sup>	-0,92 <sup>1</sup>
7	Пересечение ул. Нефтезаводская и ул. 22 Апреля [The intersection of Neftezavodskaya St. and 22 April St.]	0,25	0,20	0,07	0,10	0,42 <sup>1</sup>	1,18 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	2,96 <sup>4</sup>	0,03 <sup>2</sup>

Продолжение табл. 2

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	К <sub>опасности</sub> [Hazard ratio]					I <sub>geo</sub>				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Cu	Zn	As
8	Пересечение ул. Березовая и ул. Красный Путь [Intersection of Berezovaya St. and Krasny Put St.]	0,28	0,08	0,07	0,15	0,81	0,79 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	-0,58 <sup>1</sup>	1,83 <sup>3</sup>	0,15 <sup>2</sup>
9	Пересечение ул. Красный Путь и ул. Интернациональная [The intersection of Krasny Put St. and Internatsionalnaya St.]	0,22	0,08	0,03	0,07	0,88	2,14 <sup>4</sup>	1,58 <sup>3</sup>	1,74 <sup>3</sup>	4,65 <sup>6</sup>	-0,53 <sup>1</sup>
10	Проспект Карла Маркса [Karl Marx Avenue]	0,55	0,18	0,17	0,49	0,55	1,90 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	2,00 <sup>3</sup>	4,61 <sup>6</sup>	0,11 <sup>2</sup>
11	Ул. 21-я Амурская [21st Amurskaya St.]	0,47	0,12	0,20	0,48	0,86	1,18 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	0,83 <sup>2</sup>	0,03 <sup>2</sup>
12	Ул. Бульварная [Bulvarnaya St.]	0,28	0,12	0,07	0,03	0,81	1,34 <sup>3</sup>	1,42 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,76 <sup>5</sup>	0,03 <sup>2</sup>
13	Бульвар Архитекторов [Boulevard Arhitektorov]	0,32	0,16	0,07	0,27	0,81	1,42 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,96 <sup>5</sup>	0,13 <sup>2</sup>
14	Ул. Конева [Konev St.]	0,33	0,12	0,07	0,30	0,87	1,00 <sup>2</sup>	1,74 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	2,35 <sup>4</sup>	-0,92 <sup>1</sup>
<i>Промышленная зона [Industrial area]</i>											
15	Ул. И.Н. Багнюка, 2 (ОАО «САН ИнБев») [2, I.N. Bagnyuk St. (SAN InBev, JSC)]	0,27	0,10	0,07	0,10	<b>1,09</b>	1,09 <sup>3</sup>	0,74 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	2,35 <sup>4</sup>	0,46 <sup>2</sup>

16	Ул. Ключевая, 37/3 (ООО «Сибирский завод металлоизделий») [37/3, Klyuchevaya St. (Siberian Metal Products Plant, LLC)]	0,73	0,24	0,17	0,39	0,84	2,55 <sup>4</sup>	2,00 <sup>3</sup>	1,74 <sup>3</sup>	4,32 <sup>6</sup>	0,08 <sup>2</sup>
17	Ул. Красный Переулок, 2 (АО «Омсктрансмаш») [2, Krasny Pereulok St. (Omsktransmash, JSC)]	<b>2,58</b>	0,38	0,40	<b>1,58</b>	0,47	4,37 <sup>6</sup>	2,66 <sup>4</sup>	3,00 <sup>4</sup>	6,33 <sup>7</sup>	-0,76 <sup>1</sup>
18	Ул. Гуртьева, 18 (АО «ОНИИП») [18, Gurtiev St. (ONIP, JSC)]	0,37	0,26	0,10	0,38	0,82	1,55 <sup>3</sup>	2,12 <sup>4</sup>	1,00 <sup>2</sup>	4,29 <sup>6</sup>	0,04 <sup>2</sup>
19	Ул. Богдана Хмельницкого, 226 (ПО «Полет» – филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева) [226, Bogdan Khmelnitsky St. (Polet Production Association – branch of the Khrunichev State Scientific and Technical University)]	<b>2,80</b>	0,38	0,60	<b>1,03</b>	<b>1,27</b>	4,49 <sup>6</sup>	2,66 <sup>4</sup>	3,58 <sup>5</sup>	5,72 <sup>7</sup>	0,68 <sup>2</sup>
20	Ул. Бударкина, 2 (АО «Омкшина») [2, Buderkin St. (Omskshina, JSC)]	0,47	0,20	0,10	<b>1,09</b>	0,59	1,90 <sup>3</sup>	1,74 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	5,80 <sup>7</sup>	-0,43 <sup>1</sup>
21	Ул. Нефтезаводская (АО «Газпромнефть-ОНПЗ») [Neftezavodskaya St. (Gazpromneft-ONPZ, JSC)]	0,40	0,24	0,13	0,32	0,66	1,68 <sup>3</sup>	2,00 <sup>3</sup>	1,42 <sup>3</sup>	4,02 <sup>6</sup>	-0,27 <sup>1</sup>
22	Проспект Губкина (АО «Омский каучук») [Gubkin Avenue (Omsk Rubber, JSC)]	0,35	0,14	0,10	0,40	0,89	1,49 <sup>3</sup>	1,22 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	4,37 <sup>6</sup>	0,16 <sup>2</sup>

Продолжение табл. 2

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	K <sub>опасности</sub> [Hazard ratio]					I <sub>geo</sub>				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Cu	Zn	As
23	Ул. 4-я Челюскинцев, 4/2 (НПО «МИР») [4/2, 4th Chelyuskintsev St. (NPO MIR)]	<b>3,08</b>	0,44	<b>1,33</b>	1,00	<b>1,09</b>	4,62 <sup>6</sup>	2,87 <sup>4</sup>	4,74 <sup>6</sup>	5,68 <sup>7</sup>	0,46 <sup>2</sup>
24	Ул. 22-го Партсъезда, 51 (Сладонез) [51, 22-go Partsyezda St. (Sladonezh)]	0,35	0,14	0,07	0,39	0,72	1,49 <sup>3</sup>	1,22 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	4,32 <sup>6</sup>	-0,14 <sup>1</sup>
25	Ул. 10 лет Октября, 219/2 (ТЭЦ-5) [219/2, 10 let Oktyabrya St. (CHP-5)]	0,47	0,12	0,20	0,48	0,86	1,90 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	2,00 <sup>3</sup>	4,61 <sup>6</sup>	0,11 <sup>2</sup>
26	Ул. 3-я Автомобильная, 2А/2 (Омскхлебпродукт-стандарт) [2А/2, 3st Avtomobilnaya St., (Omskkhleproduct-standard)]	0,75	0,22	0,37	0,73	0,58	2,58 <sup>4</sup>	1,87 <sup>3</sup>	2,87 <sup>4</sup>	5,22 <sup>7</sup>	-0,45 <sup>1</sup>
27	Ул. Нефтезаводская, 49/1 (ООО НПО «Октан») [49/1, Neftezavodskaya St. (NPO Oktan, LLC)]	0,20	0,16	0,07	0,83	0,80	0,68 <sup>2</sup>	1,42 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	5,40 <sup>7</sup>	0,01 <sup>2</sup>
<i>Рекреационная зона [Recreational area]</i>											
28	Парк им. 30-летия Победы [30th Anniversary of Victory Park]	0,32	0,12	0,30	0,13	0,62	1,34 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	2,58 <sup>4</sup>	2,74 <sup>4</sup>	-0,36 <sup>1</sup>
29	Парк им. 300-летия города Омска [300th Anniversary of the City of Omsk Park]	0,27	0,10	0,03	0,07	0,74	1,09 <sup>3</sup>	0,74 <sup>2</sup>	-0,58 <sup>1</sup>	1,92 <sup>3</sup>	-0,10 <sup>1</sup>

30	Сквер «Красная звезда» [Krasnaya Zvezda Square]	0,27	0,10	0,10	0,21	0,54	1,09 <sup>3</sup>	0,74 <sup>2</sup>	1,00 <sup>2</sup>	3,42 <sup>5</sup>	-0,56 <sup>1</sup>
31	Сквер «Юбилейный» [Yubileyny Square]	0,20	0,08	0,03	0,19	0,63	0,68 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	-0,58 <sup>1</sup>	3,26 <sup>5</sup>	-0,34 <sup>1</sup>
32	Парк им. 30 лет ВЛКСМ [30 Years of Komsomol Park]	<b>2,83</b>	0,20	0,13	0,76	0,81	4,50 <sup>6</sup>	1,74 <sup>3</sup>	1,42 <sup>3</sup>	5,28 <sup>7</sup>	0,03 <sup>2</sup>
33	Аллея Литераторов [Alley of Writers]	0,32	0,08	0,07	0,20	0,75	1,34 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,32 <sup>5</sup>	-0,08 <sup>1</sup>
34	ПКиО «Зеленый остров» [“Green Island” Park of Culture and Recreation]	0,38	0,12	0,07	0,30	0,55	1,62 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,96 <sup>5</sup>	-0,53 <sup>1</sup>
35	ПКиО «Советский» [“Sovetsky” Park of Culture and Recreation]	0,30	0,14	0,07	0,30	0,69	1,26 <sup>3</sup>	1,22 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,96 <sup>5</sup>	-0,20 <sup>1</sup>
36	ПКиО «Сад Сибирь» [“The Garden of Siberia” Park of Culture and Recreation]	0,18	0,06	0,03	0,05	0,87	0,55 <sup>2</sup>	0,00 <sup>1</sup>	-0,58 <sup>1</sup>	1,42 <sup>3</sup>	0,13 <sup>2</sup>
37	Сквер имени Д.М. Карбышева [D.M. Karbyshev Square]	0,48	0,22	0,10	0,40	0,85	1,95 <sup>3</sup>	1,87 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	4,37 <sup>1</sup>	0,10 <sup>2</sup>
<i>Селитебная зона [Residential area]</i>											
38	Ул. Лисицкого, 5 [5, Lisitsky St.]	0,25	0,08	0,07	0,09	0,42	1,00 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	2,15 <sup>4</sup>	-0,92 <sup>1</sup>
39	Ул. 70 лет Октября, 20 [20, 70 let Oktyabrya St.]	0,40	0,14	0,10	0,22	0,74	1,68 <sup>3</sup>	1,22 <sup>3</sup>	1,00 <sup>2</sup>	3,47 <sup>5</sup>	-0,10 <sup>1</sup>
40	Ул. Карело-Финская, 23 [23, Karelo-Finskaya St.]	0,43	1,00	0,07	0,80	0,78	1,79 <sup>3</sup>	4,06 <sup>6</sup>	0,42 <sup>2</sup>	5,35 <sup>7</sup>	-0,03 <sup>1</sup>

Окончание табл. 2

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	$K_{\text{опасности}}$ [Hazard ratio]					$I_{\text{geo}}$				
		Pb	Cd	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Cu	Zn	As
41	Ул. Труда, 1 [1, Truda St.]	0,32	0,08	0,07	0,20	0,76	1,34 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,32 <sup>5</sup>	-0,06 <sup>1</sup>
42	Ул. Кирова, 6 [6, Kirov St.]	0,32	0,10	0,07	0,28	0,78	1,34 <sup>3</sup>	0,74 <sup>2</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,85 <sup>5</sup>	-0,03 <sup>1</sup>
43	Ул. 20 лет РККА, 61/1 [61/1, 20 let RKKA St.]	0,42	0,08	0,10	0,33	0,74	1,74 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	1,00 <sup>2</sup>	4,06 <sup>6</sup>	-0,10 <sup>1</sup>
44	Ул. Малиновского, 14/2 [14/2, Malinovsky St.]	2,83	0,22	0,17	0,41	0,93	4,50 <sup>6</sup>	1,87 <sup>3</sup>	1,74 <sup>3</sup>	4,40 <sup>6</sup>	0,23 <sup>1</sup>
45	Ул. 4-я Поселковая, 34 [34, 4th Poselkovaya Street]	0,32	0,14	0,07	0,21	0,64	1,34 <sup>3</sup>	1,22 <sup>3</sup>	0,42 <sup>2</sup>	3,42 <sup>5</sup>	-0,31 <sup>1</sup>
46	Ул. Яковлева, 12 [12, Yakovlev St.]	0,55	0,18	0,17	0,06	0,88	2,14 <sup>4</sup>	1,58 <sup>3</sup>	1,74 <sup>3</sup>	1,64 <sup>3</sup>	0,15 <sup>2</sup>
47	Ул. Успешная, 3/1 [3/1, Uspeshnaya Street]	0,22	0,16	0,03	0,06	0,82	0,79 <sup>2</sup>	1,42 <sup>3</sup>	-0,58 <sup>1</sup>	1,64 <sup>3</sup>	0,04 <sup>2</sup>

Примечание. Жирным отмечены  $K_{\text{опасности}}$ , значения которых превышают ПДК.

Степень загрязнения почв в зависимости от значений  $I_{\text{geo}}$ : <sup>1</sup> – незагрязненные; <sup>2</sup> – слабая степень загрязнения; <sup>3</sup> – умеренная степень загрязнения; <sup>4</sup> – достаточно сильная степень загрязнения; <sup>5</sup> – сильная степень загрязнения; <sup>6</sup> – очень сильная степень загрязнения; <sup>7</sup> – чрезвычайно сильная степень загрязнения.

[Note. Values that exceed the maximum permissible concentration are marked in bold.

The degree of soil pollution, depending on the  $I_{\text{geo}}$  values: <sup>1</sup> – uncontaminated; <sup>2</sup> – low degree of pollution; <sup>3</sup> – moderate degree of pollution; <sup>4</sup> – sufficiently strong degree of pollution; <sup>5</sup> – strong degree of pollution; <sup>6</sup> – very strong degree of pollution; <sup>7</sup> – extremely strong degree of pollution.]

**Значения индекса загрязнения ( $PI$ ), суммарного показателя загрязнения почв ( $Z_s$ )  
и индекса загрязненности почв г. Омска  
[The values of the pollution index ( $PI$ ), the total indicator of soil pollution ( $Z_s$ )  
and the soil pollution index of Omsk]**

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	$PI$					$Z_s$	Уровень загрязнения [Pollution level]	Индекс загрязненности почв [Soil pollution index]	Категория почв [Soil category]
		Pb	Cd	Cu	Zn	As				
<i>Транспортная зона [Transport area]</i>										
1	Пересечение ул. Комарова и ул. Лукашевича [The intersection of Komarov St. and Lukashevich St.]	6,4 <sup>5</sup>	2,0 <sup>2</sup>	15,0 <sup>5</sup>	14,3 <sup>5</sup>	1,8 <sup>2</sup>	35	Опасная [Dangerous]	0,46	Чистая [Uncontaminated]
2	Транссибирская ул., 2 [2, Transsibirskaya St.]	36,6 <sup>5</sup>	8,0 <sup>5</sup>	15,0 <sup>5</sup>	82,7 <sup>5</sup>	2,6 <sup>3</sup>	139	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,26	Загрязненная [Contaminated]
3	ул. Лобкова (Дворец культуры им. Красной Гвардии) [Lobkov St. (Palace of Culture named after The Red Guard)]	33,0 <sup>5</sup>	6,0 <sup>5</sup>	15,0 <sup>5</sup>	101,7 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	153	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,12	Загрязненная [Contaminated]

Продолжение табл. 3

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	PI					Z <sub>s</sub>	Уровень загрязнения [Pollution level]	Индекс загрязненности почв [Soil pollution index]	Категория почв [Soil category]
		Pb	Cd	Cu	Zn	As				
4	ул. Сухой Пролет [Sukhoi Prolet]	10,0 <sup>5</sup>	7,0 <sup>5</sup>	13,0 <sup>5</sup>	79,3 <sup>5</sup>	1,1 <sup>2</sup>	106	Опасная [Dangerous]	0,63	Чистая [Uncontaminated]
5	Пересечение ул. Бог- дана Хмельницкого и ул. Лизы Чайкиной [Intersection of Bogdan Khmelnitsky St. and Lisa Chaikina St.]	34,6 <sup>5</sup>	6,0 <sup>5</sup>	17,0 <sup>5</sup>	76,7 <sup>5</sup>	2,1 <sup>3</sup>	131	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,16	Загрязненная [Contaminated]
6	Пересечение ул. Масленникова и ул. Куйбышева [The intersection of Maslennikov St. and Kuibyshev St.]	33,0 <sup>5</sup>	6,5 <sup>5</sup>	8,0 <sup>5</sup>	92,7 <sup>5</sup>	1,1 <sup>2</sup>	137	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,02	Загрязненная [Contaminated]
7	Пересечение ул. Нефтезаводская и ул. 22 Апреля [The intersection of Neftezavodskaya St. and 22 April St.]	3,0 <sup>3</sup>	5,0	2,0 <sup>2</sup>	7,7 <sup>5</sup>	0,8 <sup>1</sup>	15	Допустимая [Permissible]	0,21	Чистая [Uncontaminated]

8	Пересечение ул. Березовая и ул. Красный Путь [Intersection of Berезovaya St. and Krasny Put St.]	3,4 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	11,7 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	16	Допустимая [Permissible]	0,28	Чистая [Uncontaminated]
9	Пересечение ул. Красный Путь и ул. Интернациональная [The intersection of Krasny Put St. and Internatsionalnaya St.]	2,6 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	1,0	5,3 <sup>5</sup>	1,7 <sup>2</sup>	8	Допустимая [Permissible]	0,26	Чистая [Uncontaminated]
10	Проспект Карла Маркса [Karl Marx Avenue]	6,6 <sup>5</sup>	4,5 <sup>4</sup>	5,0 <sup>4</sup>	37,7	1,0 <sup>2</sup>	51	Опасная [Dangerous]	0,39	Чистая [Uncontaminated]
11	Ул. 21-я Амурская [21st Amurskaya St.]	5,6 <sup>5</sup>	3,0 <sup>3</sup>	6,0 <sup>5</sup>	36,7 <sup>5</sup>	1,6 <sup>2</sup>	48	Опасная [Dangerous]	0,42	Чистая [Uncontaminated]
12	Ул. Бульварная [Bulvarnaya St.]	3,4 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	2,7 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	8	Допустимая [Permissible]	0,26	Чистая [Uncontaminated]
13	Бульвар Архитекторов [Boulevard Arhitektorov]	3,8 <sup>4</sup>	4,0 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	20,3 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	27	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,32	Чистая [Uncontaminated]
14	Ул. Конева [Konev St.]	4,0 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	23,3 <sup>5</sup>	1,6 <sup>2</sup>	29	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,34	Чистая [Uncontaminated]

Продолжение табл. 3

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	PI					Z <sub>s</sub>	Уровень загрязнения [Pollution level]	Индекс загрязненности почв [Soil pollution index]	Категория почв [Soil category]
		Pb	Cd	Cu	Zn	As				
<i>Промышленная зона [Industrial area]</i>										
15	Ул. И.Н. Багнюка, 2 (ОАО «САН ИнБев») [2, I.N. Bagnyuk St. (SAN InBev, JSC)]	3,2 <sup>4</sup>	2,5 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	7,7 <sup>5</sup>	2,1 <sup>3</sup>	12	Допустимая [Permissible]	0,32	Чистая [Uncontaminated]
16	Ул. Ключевая, 37/3 (ООО «Сибирский завод металлоизделий») [37/3, Klyuchevaya St. (Siberian Metal Products Plant, LLC)]	8,8 <sup>5</sup>	6,0 <sup>5</sup>	5,0 <sup>4</sup>	30,0 <sup>5</sup>	1,6 <sup>2</sup>	47	Опасная [Dangerous]	0,47	Чистая [Uncontaminated]
17	Ул. Красный Переулк, 2 (АО «Омсктрансмаш») [2, Krasny Pereulok St. (Omsktransmash, JSC)]	31,0 <sup>5</sup>	9,5 <sup>5</sup>	12,0 <sup>5</sup>	121,0 <sup>5</sup>	0,9 <sup>1</sup>	171	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,08	Загрязненная [Polluted]
18	Ул. Гуртьева, 18 (АО «ОНИИП») [18, Gurtiev St. (ONIP, JSC)]	4,4 <sup>4</sup>	6,5 <sup>5</sup>	3,0 <sup>3</sup>	29,3 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	40	Опасная [Dangerous]	0,39	Чистая [Uncontaminated]

19	Ул. Богдана Хмельницкого, 226 (ПО «Полет» – филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева) [226, Bogdan Khmelniysky St. (Polet Production Association – branch of the Khrunichev State Scientific and Technical University)]	33,6 <sup>5</sup>	9,5 <sup>5</sup>	18,0 <sup>5</sup>	79,3 <sup>5</sup>	2,4 <sup>3</sup>	137	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,22	Загрязненная [Contaminated]
20	Ул. Бударкина, 2 (АО «Омскшина») [2, Buderkin St. (Omskshina, JSC)]	5,6 <sup>5</sup>	5,0 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	83,3 <sup>5</sup>	1,1 <sup>2</sup>	94	Опасная [Dangerous]	0,49	Чистая [Uncontaminated]
21	Ул. Нефтезаводская (АО «Газпромнефть-ОНПЗ») [Neftezavodskaya St. (Gazpromneft-ONPZ, JSC)]	4,8 <sup>4</sup>	6,0 <sup>5</sup>	4,0 <sup>4</sup>	24,3 <sup>5</sup>	1,2 <sup>2</sup>	36	Опасная [Dangerous]	0,35	Чистая [Uncontaminated]
22	Проспект Губкина (АО «Омский каучук») [Gubkin Avenue (Omsk Rubber, JSC)]	4,2 <sup>4</sup>	3,5 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	31,0 <sup>5</sup>	1,7 <sup>2</sup>	39	Опасная [dangerous]	0,38	Чистая [Uncontaminated]
23	Ул. 4-я Челюскинцев, 4/2 (НПО «МИР») [4/2, 4th Chelyuskin-tsev St. (NPO MIR)]	37,0 <sup>5</sup>	11,0 <sup>5</sup>	40,0 <sup>5</sup>	76,7 <sup>5</sup>	2,1 <sup>3</sup>	162	Чрезвычайно опасная [Extremely dangerous]	1,39	Загрязненная [Contaminated]

Продолжение табл. 3

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	PI					Z <sub>s</sub>	Уровень загрязнения [Pollution level]	Индекс загрязненности почв [Soil pollution index]	Категория почв [Soil category]
		Pb	Cd	Cu	Zn	As				
24	Ул. 22-го Партсъезда, 51 (Сладонезж) [51, 22-go Partsyezda St. (Sladonezh)]	4,2 <sup>4</sup>	3,5 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	30,0 <sup>5</sup>	1,4 <sup>2</sup>	37	Опасная [Dangerous]	0,33	Чистая [Uncontaminated]
25	Ул. 10 лет Октября, 219/2 (ТЭЦ-5) [219/2, 10 let Okt'yabrya St. (CHP-5)]	5,6 <sup>5</sup>	3,0 <sup>3</sup>	6,0 <sup>5</sup>	36,7 <sup>5</sup>	1,6 <sup>2</sup>	48	Опасная [Dangerous]	0,42	Чистая [Uncontaminated]
26	Ул. 3-я Автомо- бильная, 2А/2 (Омскхлебпродукт- стандарт) [2А/2, 3st Avtomobilnaya St., (Omskkhlebprouduct- standard)]	9,0 <sup>5</sup>	5,5 <sup>5</sup>	11,0	56,0 <sup>5</sup>	1,1 <sup>2</sup>	79	Опасная [Dangerous]	0,53	Чистая [Uncontaminated]
27	Ул. Нефтезавод- ская, 49/1 (ООО НПО «Октан») [49/1, Neftezavod- skaya St. (NPO Oktan, LLC)]	2,4 <sup>3</sup>	4,0	2,0 <sup>2</sup>	63,3 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	69	Опасная [Dangerous]	0,41	Чистая [Uncontaminated]

Рекреационная зона [Recreational area]										
28	Парк им. 30-летия Победы [30th Anniversary of Victory Park]	3,8 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	9,0 <sup>5</sup>	10,0 <sup>5</sup>	1,2 <sup>2</sup>	23	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,30	Чистая [Uncontaminated]
29	Парк им. 300-летия города Омска [300th Anniversary of the City of Omsk Park]	3,2 <sup>4</sup>	2,5 <sup>3</sup>	1,0 <sup>2</sup>	5,7 <sup>5</sup>	1,4 <sup>2</sup>	9	Допустимая [Permissible]	0,24	
30	Сквер «Красная звезда» [Krasnaya Zvezda Square]	3,2 <sup>4</sup>	2,5 <sup>3</sup>	3,0 <sup>3</sup>	16,0 <sup>5</sup>	1,0 <sup>2</sup>	22	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,24	
31	Сквер «Юбилейный» [Yubileyny Square]	2,4 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	1,0 <sup>2</sup>	14,3 <sup>5</sup>	1,2 <sup>2</sup>	17	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,23	
32	Парк им. 30 лет ВЛКСМ [30 Years of Komsomol Park]	34,0 <sup>5</sup>	5,0 <sup>4</sup>	4,0 <sup>4</sup>	58,3 <sup>5</sup>	1,5	98	Опасная [Dangerous]	0,95	Проблемная [Problematic]
33	Аллея Литераторов [Alley of Writers]	3,8 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	15,0 <sup>5</sup>	1,4 <sup>2</sup>	20	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,28	Чистая [Uncontaminated]
34	ПКиО «Зеленый остров» [“Green Island” Park of Culture and Recreation]	4,6 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	23,3 <sup>5</sup>	1,0 <sup>2</sup>	30	Умеренно-опасная [Moderately hazardous]	0,28	

Продолжение табл. 3

№ пробы [Sample number]	Место отбора проб [Sampling location]	PI					Z <sub>s</sub>	Уровень загрязнения [Pollution level]	Индекс загрязненности почв [Soil pollution index]	Категория почв [Soil category]
		Pb	Cd	Cu	Zn	As				
35	ПКиО «Советский» [“Sovetsky” Park of Culture and Recreation]	3,6 <sup>4</sup>	3,5 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	23,3 <sup>5</sup>	1,3 <sup>2</sup>	29	Умеренно- опасная [Moderately hazardous]	0,30	Чистая [Uncontaminated]
36	ПКиО «Сад Сибирь» [“The Garden of Siberia” Park of Culture and Recreation]	2,2 <sup>3</sup>	1,5 <sup>2</sup>	1,0 <sup>2</sup>	4,0 <sup>4</sup>	1,6 <sup>2</sup>	6	Допустимая [Permissible]	0,24	
37	Сквер имени Д.М. Карбышева [D.M. Karbyshev Square]	5,8 <sup>5</sup>	5,5 <sup>5</sup>	3,0 <sup>3</sup>	31,0 <sup>5</sup>	1,6 <sup>3</sup>	42	Опасная [Dangerous]	0,41	
<i>Селитебная зона [Residential area]</i>										
38	Ул. Лисицкого, 5 [5, Lisitsky St.]	3,0 <sup>3</sup>	2,0 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	6,7 <sup>5</sup>	0,8 <sup>1</sup>	11	Допустимая [Permissible]	0,18	Чистая [Uncontaminated]
39	Ул. 70 лет Октября, 20 [20, 70 let Oktyabrya St.]	4,8 <sup>4</sup>	3,5 <sup>4</sup>	3,0 <sup>3</sup>	16,7 <sup>5</sup>	1,4 <sup>2</sup>	25	Умеренно- опасная [Moderately hazardous]	0,32	
40	Ул. Карело- Финская, 23 [23, Karelo-Finskaya St.]	5,2 <sup>5</sup>	25,0 <sup>5</sup>	2,0 <sup>2</sup>	61,0 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	90	Опасная [Dangerous]	0,62	

41	Ул. Труда, 1 [1, Truda St.]	3,8 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	15,0 <sup>5</sup>	1,4 <sup>2</sup>	20	Умеренно- опасная [Moderately hazardous]	0,28	Чистая [Uncontaminated]
42	Ул. Кирова, 6 [6, Kirov St.]	3,8 <sup>4</sup>	2,5 <sup>3</sup>	2,0 <sup>3</sup>	21,7 <sup>5</sup>	1,5 <sup>2</sup>	27	Умеренно- опасная [Moderately hazardous]	0,31	
43	Ул. 20 лет РККА, 61/1 [61/1, 20 let RKKA St.]	5,0 <sup>4</sup>	2,0 <sup>3</sup>	3,0 <sup>3</sup>	25,0 <sup>5</sup>	1,4 <sup>2</sup>	32	Опасная [Dangerous]	0,33	
44	Ул. Малинов- ского, 14/2 [14/2, Malinovsky St.]	34,0 <sup>5</sup>	5,5 <sup>5</sup>	5,0 <sup>4</sup>	31,7 <sup>5</sup>	1,8	73	Опасная [Dangerous]	0,91	Проблемная [Problematic]
45	Ул. 4-я Поселковая, 34 [34, 4th Poselkovaya Street]	3,8 <sup>4</sup>	3,5 <sup>4</sup>	2,0 <sup>2</sup>	16,0 <sup>5</sup>	1,2	22	Умеренно- опасная [Moderately hazardous]	0,27	Чистая [Uncontaminated]
46	Ул. Яковлева, 12 [12, Yakovlev S]	6,6 <sup>5</sup>	4,5 <sup>4</sup>	5,0 <sup>4</sup>	4,7 <sup>4</sup>	1,7 <sup>2</sup>	18	Умеренно- опасная [Moderately hazardous]	0,37	
47	Ул. Успешная, 3/1 [3/1, Uspeshnaya Street]	2,6 <sup>3</sup>	4,0 <sup>4</sup>	1,0 <sup>2</sup>	4,7 <sup>4</sup>	1,5 <sup>2</sup>	9	Допустимая [Permissible]	0,26	

Примечание. Степень загрязнения почв в зависимости от значений индекса загрязнения: <sup>1</sup> – загрязнение почв отсутствует; <sup>2</sup> – слабая степень загрязнения; <sup>3</sup> – средняя степень загрязнения; <sup>4</sup> – сильная степень загрязнения; <sup>5</sup> – очень сильная степень загрязнения.

[Note. The degree of soil contamination depends on the *PI* values: <sup>1</sup> – no soil contamination; <sup>2</sup> – low degree of contamination; <sup>3</sup> – medium degree of contamination; <sup>4</sup> – high degree of contamination; <sup>5</sup> – very high degree of contamination.]

## Выводы

Анализ содержания тяжелых металлов в почвах Омска показал, что их содержание в пределах города значительно выше фона. Наибольшее превышение относительно фоновых уровней во всех функциональных зонах города отмечено по цинку (4–121 раз). Основные очаги загрязнения почв формируются в районах с высокой техногенной нагрузкой (промышленная и транспортная зоны).

Основными приоритетными загрязнителями почв в городе являются цинк и свинец. Пробные площадки, где отмечено превышение этих элементов, в основном сосредоточены в районах автомагистралей с оживленным движением транспорта и вблизи промышленных предприятий, т.е. основными источниками загрязнения почв являются производственные предприятия и автотранспортный комплекс.

По суммарному показателю загрязнения почвенный покров характеризуется высоким уровнем загрязнения. Так, в транспортной зоне 57,1% почв имеют опасный и чрезвычайно опасный уровень, 14,3% – умеренно-опасный и только 28,6% – допустимый. В промышленной зоне ситуация несколько хуже: опасный и чрезвычайно опасный уровень загрязненности отмечен на 92,3% обследованных почв.

На основе индекса загрязненности почв выделены отдельные загрязненные участки, нуждающиеся в проведении ремедиации. Они преимущественно расположены в импактных зонах предприятий и вблизи крупных транспортных автомагистралей. В жилой и рекреационной зонах г. Омска складывается более-менее благоприятная ситуация по содержанию тяжелых металлов.

## Библиографический список / References

Авдощенко В.Г., Климова А.В. Оценка загрязнения тяжелыми металлами почв города Петропавловска-Камчатского, Камчатский край // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2022. № 61. С. 65–81. [Avdoshchenko V.G., Klimova A.V. Assessment of heavy metal pollution of soils in the city of Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatka Krai. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2022. No. 61. Pp. 65–81. (In Rus.)]

Богданов Н.А. Анализ информативности интегральных показателей химического загрязнения почв при оценке состояния территорий // Гигиена и санитария. 2012. № 1. С. 10–13. [Bogdanov N.A. Analysis of the information content of integrated indicators of chemical pollution of soils when assessing the state of territories. *Gigiena i sanitariya*. 2012. No. 1. Pp. 10–13. (In Rus.)]

Геоэкологическая оценка современного содержания свинца в почвенном покрове урбанизированных территорий Нижнего Поволжья / А.В. Синцов, А.Н. Бармин, П.А. Зимовец, М.В. Валов // Геология, география и глобальная энергия. 2021. № 2 (81). С. 137–144. [Sintsov A.V., Barmin A.N., Zimovets P.A., Valov M.V. Geocological assessment of the current lead content in the soil cover of urbanized areas of the Lower Volga region. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya*. 2021. No. 2 (81). Pp. 137–144. (In Rus.)]

Кислицына Т.С., Шерстобитов М.Б. Экологическая оценка антропогенно-преобразованных почв территории города Омска // Экологические чтения – 2020: сборник материалов XI Национальной научно-практической конференции (с международным участием), Омск, 5 июня 2020 года. Омск, 2020. С. 288–292. [Kislitsyna T.S., Sherstobitov M.B. Ecological assessment of anthropogenically transformed soils in the city of Omsk. *Ekologicheskie chteniya – 2020: sbornik materialov XI Natsionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem)*, Omsk, 5 iyunya 2020 goda. Omsk, 2020. Pp. 288–292. (In Rus.)]

Константинова Е.Ю. Эколого-геохимическая оценка загрязнения почвенного покрова города Тюмени тяжелыми металлами и полициклическими ароматическими углеводородами: дис. ... канд. геогр. наук. Тюмень, 2020. [Konstantinova E.Yu. Ekologo-geokhimicheskaya otsenka zagryazneniya pochvennogo pokrova goroda Tyumeni tyazhelymi metallami i politsiklichesкими aromaticeskimi uglevodorodami [Ecological and geochemical assessment of pollution of the Tyumen city soil cover by heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons]. PhD dis. Tyumen, 2020.]

Самарская Ю.В. Содержание тяжелых металлов в почве города Омска // Безопасность городской среды: материалы VI Международной научно-практической конференции, Омск, 21–23 ноября 2018 г. / под общ. ред. Е.Ю. Тюменцевой. Омск, 2019. С. 334–336. [Samarская Yu.V. Heavy metal content in the soil of Omsk. *Bezopasnost gorodskoi sredy: Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Omsk, 21–23 noyabrya 2018 g. E.Yu. Tyumentseva (ed.). Omsk, 2019. Pp. 334–336. (In Rus.)]

Скрипко Т.В., Мальгина И.Л. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 105–110. [Skripko T.V., Malgina I.L. Ekologicheskie posledstviya zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2019. No. 6. Pp. 105–110. (In Rus.)]

Содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Cd) в почвах г. Тюмени / А.С. Петухов, Т.А. Кремлева, Н.А. Хритохин и др. // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2020. № 1. С. 127–134. [Petukhov A.S., Kremleva T.A., Khrитokhin N.A. et al. Content of heavy metals (Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Cd) in the soils of Tyumen. *Vestnik Nizhnevarтовского gosudarstvennogo universiteta*. 2020. No. 1. Pp. 127–134. (In Rus.)]

Сорокин А.Е., Савич В.И., Мосина Л.В. Особенности содержания тяжелых металлов в городских почвах // Плодородие. 2020. № 4. С. 60–63. [Sorokin A.E., Savich V.I., Mosina L.V. Features of heavy metal content in urban soils. *Plodorodie*. 2020. No. 4. Pp. 60–63. (In Rus.)]

Davydova S. Heavy metals as toxicants in big cities. *Microchemical Journal*. 2005. Vol. 79. Pp. 133–136.

Kowalska J.B., Mazurek R., Gasiorek M., Zaleski T. Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination. A review. *Environmental Geochemistry and Health*. 2018. Vol. 40. Pp. 2395–2420.

Müller G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geochemical Journal*. 1969. Vol. 2. Pp. 108–118.

Nowrouzi M., Pourkhabbaz A. Application of geoaccumulation index and enrichment factor for assessing metal contamination in the sediments of Hara Biosphere Reserve, Iran. *Chemical Speciation & Bioavailability*. 2014. Vol. 26. Pp. 99–105.

Sharma V., Singh P. Heavy metals pollution and it's effects on environment and human health. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2015. Vol. 6. Issue 12. Pp. 7752–7755.

Статья поступила в редакцию 19.06.2025, принята к публикации 09.08.2025

The article was received on 19.06.2025, accepted for publication 09.08.2025

#### Сведения об авторах / About the authors

**Жаркова Наталья Николаевна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры экологии, природопользования и биологии факультета агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

**Natalia N. Zharkova** – Dr. Hab. in Agricultural Sciences; Professor at the Department of Ecology, Nature Management and Biology of the Faculty of Agrochemistry, Soil Science, Ecology, Environmental Management and Water Management, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2970-328X>

E-mail: [nn.zharkova@omgau.org](mailto:nn.zharkova@omgau.org)

**Игумина Виктория Викторовна** – аспирант кафедры экологии, природопользования и биологии факультета агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

**Victoria V. Iguminova** – postgraduate student at the Department of Ecology, Nature Management and Biology of the Faculty of Agrochemistry, Soil Science, Ecology, Environmental Management and Water Management, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

E-mail: [va.iguminova2301@omgau.org](mailto:va.iguminova2301@omgau.org)

### Заявленный вклад авторов

**Н.Н. Жаркова** – руководство исследованием, интерпретация результатов, помощь в статистической обработке данных, описание исследования

**В.А. Игумина** – сбор полевого материала, статистическая обработка данных, интерпретация результатов, описание исследования

### Contribution of the authors

**N.N. Zharkova** – study management, results interpretation, assistance with statistical data processing, study description

**V.A. Igumina** – field data collection, statistical data processing, results interpretation, study description

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи  
All authors have read and approved the final manuscript

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-396-421

УДК 551.312.22+502.4(470.25)

**О.В. Галанина**

Санкт-Петербургский государственный университет,  
199034 г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,  
197022 г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

Государственный природный заповедник «Полистовский»,  
182840 п. Бежаницы, Псковская обл., Российская Федерация

## Лесная растительность внутриболотных минеральных островов Полистовского заповедника

Впервые приводится обзор растительного покрова минеральных болотных островов – крохотных участков суши, находящихся среди болотных массивов Полистово-Ловатской болотной системы в пределах Полистовского государственного заповедника (Псковская область). Целью работы было описание лесной растительности островов и установление их подзональной принадлежности в системе геоботанического районирования. Инвентаризация растительного покрова болотных островов проводилась с 2017 по 2022 гг. Было описано 55 островов и 4 болотных участка на месте ранее существовавших островов. Фитоценотека насчитывает 67 описаний (из них лесной – 62, луговой – 1, болотной – 4). На минеральных островах произрастают сосновые, еловые, березовые, осиновые, дубовые леса и черноольшаники. Пестрый состав фитоценозов потребовал почвенных изысканий для понимания закономерностей их формирования. Полученные

данные подтвердили связь растительного покрова островов с четвертичными отложениями, почвами, экологическими условиями экотопов и историей природопользования.

**Ключевые слова:** внутриболотные минеральные острова, растительность, почвы, Полистовский заповедник, Псковская область

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках НИР «Инвентаризация внутриболотных островов Полистовского заповедника» и «Исследование биоразнообразия агарикоидных грибов и грибообразных организмов растительных сообществ внутриболотных островов и минерального берега Полистовского заповедника». Автор признателен коллективу Полистовского государственного заповедника за помощь в организации и проведении экспедиционных исследований, а также коллегам К.А. Бахматовой и А.С. Юрину за обсуждение почвенных данных.

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Галанина О.В. Лесная растительность внутриболотных минеральных островов Полистовского заповедника // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 4. С. 396–421. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-396-421

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-396-421

**O.V. Galanina**

St. Petersburg State University,  
St. Petersburg, 199034, Russian Federation;

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences,  
St. Petersburg, 197022, Russian Federation;

State Nature Reserve “Polistovsky”,  
Bezhanitsy settlement, 182840, Pskov Region, Russian Federation

## Forest vegetation of bog mineral islets in the Polistovsky State Nature Reserve

The paper presents the first comprehensive review of vegetation cover of the bog mineral islets – small parts of land situated among the mire massifs of the Polisto-Lovat mire system (Pskov Region). The study aimed to reveal the geobotanical subdivision of forest vegetation described during

the inventorying of mineral islets. Fieldwork was carried out from 2017 to 2022. 55 islands and 4 paludified areas on the sites of previously existing islands were described. Pine bogs were found in three cases on the place of former islets. Data set includes 67 vegetation relevés representing pine forests, spruce forests, birch and aspen forests, oak forests, black alder stands, and meadows. The diverse composition of phytocoenoses required soil research to understand the patterns of their formation. Data obtained proved the close relation of vegetation cover and quaternary deposits, soils, ecological condition of ecotopes, and the history of nature management.

**Key words:** bog mineral islets, vegetation, soils, Polistovsky reserve, Pskov Region

**Acknowledgments.** The study was performed within the framework of scientific assignments for Polistovsky State Nature Reserve «Inventorying of bog mineral islets of the Polistovsky Reserve” and «Study of biodiversity of agaricoid fungi and mushroom-like organisms of plant communities of mineral islets and mainland of Polistovsky Reserve”.

The author is grateful to the staff of the Polistovsky State Nature Reserve for assistance in organizing and conducting expeditionary research, as well as to colleagues K.A. Bakhmatova and A.S. Yurin for discussing the soil data.

CITATION: Galanina O.V. Forest vegetation of bog mineral islets in the Polistovsky State Nature Reserve. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 396–421. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-3-396-421

## Введение

Крупные болотные массивы и болотные системы, широко распространенные на территории европейской части России, как правило, имеют минеральные острова. Внутриболотные острова представляют собой сохранившиеся при заболачивании элементы первичного мезорельефа из минерального грунта с присутствующей на них лесной растительностью, со всех сторон окруженные болотными массивами [Галанина и др., 2018]. Нахождение на Полистовских болотах «холмов куполообразной формы» указывала И.Д. Богдановская-Гиенэф (1969).

Внутриболотные минеральные острова вносят разнообразие в болотные ландшафты Полистовского заповедника. Они располагаются как одиночно, так и группами, имеют различия по высоте, размерам, характеру подстилающих пород и демонстрируют значительную пестроту, как в отношении растительного покрова, так и сформировавшихся почв.

Болотные острова представляют особый интерес для изучения, поскольку они находятся в непосредственном контакте с обширными болотными участками, слагающими Полистово-Ловатскую болотную систему, и реагируют на изменение обводненности, наблюдающееся от года к году.

Планомерное изучение растительного покрова внутриболотных островов Полистовского заповедника выполнялось в период с 2017 по 2022 гг. в рамках научно-исследовательской работы О.В. Галаниной и студентами Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) с привлечением в отдельные годы научных сотрудников заповедника и волонтеров.

Начавшиеся в северной части заповедника работы показали значительное разнообразие растительных сообществ болотных островов, что потребовало проведения почвенных изысканий для объяснения причин этого явления [Петрова и др., 2017].

Полистовский заповедник, согласно схеме геоботанического районирования [Александрова, Юрковская, 1989], расположен в хвойно-широколиственной полосе таежной области. Ловатский геоботанический округ представляет собой низменную равнину с абсолютными высотами 20–80 м. Естественной растительностью принято считать еловые сложные неморальнотравные леса с участием широколиственных пород (липа, дуб), особенно развитые на карбонатных суглинках. Еловые южнотаежные леса с кислицей и неморальными травами произрастают на менее богатых почвах.

Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (1999) изображает территорию исследования как относящуюся к северной полосе подзоны подтайги таежной зоны.

Анализ карты, изображающей актуальную растительность [Карта..., 1975], позволяет утверждать, что наибольшие площади современной территории заповедника занимают типичные таежные кустарничково-сфагновые верховые болота со *Sphagnum fuscum*, со вторичными озерами и мочажинами в центре и на склонах, с периферийным рядом мезотрофных и мезоевтрофных ассоциаций.

Водораздельные участки, окаймляющие территорию заповедника с северо-запада и юго-востока, некогда были покрыты южнотаежными ельниками, на месте которых показана вторичная растительность (сельскохозяйственные угодья и мелколесья).

В восточной части Ратчинской возвышенности закартирована вторичная растительность на месте южнотаежных сосновых лесов. Фрагменты заболоченных березняков гигрофитно-травяных, долгомошных

и сфагновых могут быть найдены на Ратчинской возвышенности и по берегам р. Полисть севернее оз. Полисто.

Подзональную принадлежность территории определяет контур, прилегающий к Полистово-Ловатской болотной системе с востока (Рдейский заповедник, Новгородская обл.). Он изображает березовые и осиновые неморальнотравные леса с участием широколиственных пород на месте широколиственно-еловых. Этот же контур окаймляет юго-западную окраинную часть Полистовских болот в границах охранной зоны Полистовского заповедника.

Какие же леса произрастают среди болотных массивов на крошечных фрагментах суши? Одной из рабочих гипотез было предположение обнаружить сообщества и фрагменты широколиственных лесов на минеральных островах.

## Объекты и методы

### Растительный покров

Объектами исследования явились 55 внутриболотных минеральных островов. Для каждого острова составлялся список зарегистрированных на нем видов сосудистых растений и мохообразных, выполнялись геоботанические описания на пробных площадях, закладывался и описывался почвенный разрез, из которого отбирались образцы почв.

В зависимости от размера острова, его высоты и характера поверхности определяли количество описаний. На крупных островах делали два описания в их разных частях и закладывали 1–2 почвенных разреза. На большинстве островов было выполнено по одному описанию. Размер пробной площади составлял  $20 \times 20$  м ( $400 \text{ м}^2$ ), площадка маркировалась веревками, определялись координаты центра с помощью GPS-навигатора. При отборе участков для закладки временных пробных площадок руководствовались следующими критериями: площадка должна быть гомогенной по характеру формы рельефа и растительности, по возможности не иметь нарушений [Юнатов, 1964; Методы..., 2002]. В условиях, когда конфигурация острова не позволяла заложить квадратную площадку, размер площадки устанавливался  $15 \times 30$  м. Однако, из-за весьма скромных размеров болотных островов, а также их нарушенности вследствие влияния природных и зоогенных факторов, в ряде случаев приходилось закладывать площадки исходя из возможности нахождения на острове (с учетом закустаренности, заваленности, заболоченности и трудной досягаемости отдельных островов).

На площадке геоботанического описания выявлялся видовой состав древесного, кустарникового, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. Древесный ярус характеризовался формулой древостоя, указывалась его сомкнутость, измерялись средний и максимальный диаметр для каждой древесной породы, оценивалась средняя и максимальная высота деревьев с помощью высотомера. Учитывались состав подроста и его высота. Для кустарникового яруса, кроме видового состава, указывалась высота, обилие и покрытие в процентах [Ипатов, Мирин, 2008]. Для нижних ярусов глазомерно определялись общее проективное покрытие и проективное покрытие каждого вида (при значении покрытия  $\leq 1\%$ ). Отбирались образцы мохообразных. Проводилась фотофиксация: общий вид площадки, интересные объекты и явления, отдельные растения, норы, гнезда, следы антропогенного присутствия и т.п.

Список отмеченных видов сосудистых растений соотносился с ранее опубликованными сводками [Ефимов, Конечная, 2018; Королькова и др., 2020]. Сбор и определение образцов мохообразных в отдельные годы выполнялось Г.Л. Фрейдиным [Фрейдин, 2021]. Использовался аннотированный список мхов Полистовского заповедника [Телегина, 2020].

## Почвы

На минеральных островах производилось описание почвенных разрезов. Закладывал и описывал почвенные разрезы, в основном, А.С. Юрин.

Из разрезов осуществлялся отбор образцов для последующего определения pH и гранулометрического состава почв. Почвенные пробы анализировались в учебной лаборатории физико-химического анализа СПбГУ.

Названия диагностических горизонтов уточняли с помощью руководств и методик [Классификация..., 2004; Полевой определитель..., 2008].

## Результаты

Исследование растительного покрова и почв внутриболотных островов Полистовского заповедника установило, что хвойные леса представлены формациями сосновых и еловых лесов.

Мелколиственные леса включают в себя формации березняков, осинников, сероольшаников и черноольшаников. Формация дубовых лесов относится к широколиственным лесам.

Внутриболотные острова были разделены на три группы: незаболоченные, заболачивающиеся и заболоченные в соответствии с возрастающей степенью гидроморфизма [Юрин, 2024а]. Спектр обнаруженных под растительными сообществами почв оказался очень пестрым [Юрин, 2024б].

Обобщенные данные о растительности и почвах обследованных островов приведены в табл. 1.

### Сосновые леса

**Незаболоченные** острова могут быть высокие, довольно крупные и хорошо различимые на космоснимках. Встречаются также небольшие островки, которые могут иметь округлую форму или представлять собой сухие части грив. Фитоценозы на таких островах относятся к зеленомошному и травяному типам.

На незаболоченных островах произрастают *сосняки бруснично-зеленомошные и березово-сосняки зимнехвощово-кустарничково-зеленомошные* на подбурях: псевдофибровом супесчаном и зоотурбированном (результат роющей деятельности барсуков) (о. Хвощевик) [Юрин, Галанина, 2024].

Встречаются вторичные *березово-сосновые орляково-вейниковые* на подбуре контактно-осветленном супесчаном (о. Криман) и *косянично-ландышево-вейниковые* фитоценозы на подзолистой среднесуглинистой почве (о. Артюшин). В почвенном разрезе о. Криман в горизонте О (подстилка) найдены следы углей.

*Сосново-березовое кустарничково-вейниково-зимнехвощово-зеленомошное* сообщество описано на о. Хвощальный-1. Из кустарничков заметную роль в составе фитоценоза играют косяника (*Rubus saxatilis*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). Почва дерново-подзолистая суглинистая на моренном суглинке.

**Заболачивающиеся** сосновые острова представляют собой небольшие плоские гривы, которые покрыты *сосняками тростниково-леснохвощово-бруснично-зеленомошными и тростниково-чернично-бруснично-зеленомошными* (о. Малая Рядоха). Почвы торфяно-глееземы на супесях и торфяно-подзолы глеевые супесчаные.

**Заболоченные** сосняки представлены *сосняками тростниково-сфагновыми и багульниково-тростниково-сфагновыми* на безымянных малых островах, которые едва возвышаются над поверхностью болота. Почвы торфяно-глееземы.

**Почвенно-растительный покров изученных внутриболотных островов  
Полистовского заповедника**  
[Soil and vegetation cover of the studied bog mineral islets of the Polistovsky Nature Reserve]

Название острова [Name of the island]	Год [Year]	Координаты с.ш., в.д. [Coordinates N, E]	Растительное сообщество [Plant community]	Почва (тип, подтип) [Soil (type, subtype)]
<i>Сосняки [Pine forests]</i>				
Безымянный («Бакатиной»*) [Bezimyannyy ("Bakatinoy")]	2020	57.16025 30.51414	Сосняк багульниково-тростниково-сфагновый [Wild rosemary-common reed-sphagnum pine forest]	Торфяно-глеезем [Peat-gley soil]
Малая Рядоха [Malaya Ryadokha]	2017	57.20881 30.61461	Сосняк тростниково-леснохвощево-бруснично-зеленомошный [Common reed-forest horsetail-lingonberry-green moss pine forest]	Торфяно-глеезем на супесях** [Peat-gley soil on sandy loams]
Малая Рядоха [Malaya Ryadokha]	2017	57.22588 30.61528	Сосняк тростниково-чернично-бруснично-зеленомошный [Common reed-bilberry-lingonberry-green moss pine forest]	Торфяно-подзол глеевый супесчаный [Peat-podzol gley sandy loam]
Двугорбый [Dvugorbyy]	2022	57.10238 30.42687	Сосняк бруснично-зеленомошный [Lingonberry-green moss pine forest]	Псаммозем (?) [Psamosol (?)]
Хвощевик [Khvoshchevik]	2017	57.28478 30.59997	Сосняк бруснично-зеленомошный [Lingonberry-green moss pine forest]	Подбур псевдофибровый супесчаный [Pseudo-fibrous sandy loam pobdur soil]

Продолжение табл. 1

Название острова [Name of the island]	Год [Year]	Координаты с.ш., в.д. [Coordinates N, E]	Растительное сообщество [Plant community]	Почва (тип, подтип) [Soil (type, subtype)]
Хвощевик [Khvoshchevik]	2017	57.28502 30.60061	Березово-сосновое зимнехвощово-кустарничково-зеленомошное [Birch-pine winter horsetail-dwarf shrub-green moss]	Подбур зоотурбированный псевдофибровый супесчаный [Zoo-turbulated pseudo-fibrous sandy loam podbur]
Криман [Kriman]	2017	57.25408 30.63486	Березово-сосново-орляково-вейниково-зеленомошное [Birch-pine-bracken-reed grass-green moss]	Подбур контактно-осветленный супесчаный [Contact bleach podbur with sandy loam texture]
Артюшин [Artyushin]	2018	57.22678 30.50656	Березово-сосновое костянично-ландышево-вейниковое [Birch-pine-stone bramble-lily of the valley-reed grass]	Подзолистая среднесуглинистая [Podzolic medium loamy]
Хвощальный-1 [Khvoshchalnyy-1]	2020	57.14586 30.53611	Сосново-березовое костянично-бруснично-вейниково-зимнехвощовое зеленомошное [Pine-birch-stone bramble-lingonberry, reed grass-winter horsetail-green moss]	Дерново-подзолистая суглинистая на моренном суглинке [Sod-podzolic loamy soil developed on moraine loam]
<i>Березняки [Birch forests]</i>				
Денежный-3 [Denezhnyy-3]	2019	57.23964 30.46614	Березняк тростниково-вейниковый [Common reed-reed grass birch forest]	Подбур грубогумусовый [Coarse humus podbur]
Денежный-4 [Denezhnyy-4]	2019	57.24011 30.46267	Березняк злаково-орляковый [Grass-bracken birch forest]	Дерново-подбур псевдотурбированный [Pseudoturbated sod-podbur]

Денежный-2 [Denezhnyu-2]	2019	57.23961 30.46797	Березняк травяно-вейниковый [Herb-reed grass birch forest]	Дерново-подбур супесчаный на перемытой морене [Sandy loam soddy podbur on washed-out moraine]
Доманец-1 [Domanets-1]	2020	57.18669 30.54731	Березняк ландышево-снытевый [Lily of the valley-Aegopodium birch forest]	Дерново-подбур оподзоленный супесчаный [Soddy podbur podzolized sandy loam]
Городок [Gorodok]	2021	57.08424 30.43873	Березняк разнотравный [Birch forest with mixed herbs]	Ржавозем оподзоленный супесчаный на водно-ледниковых песках [Podzolized rusty soil with sandy loam texture on fluvoglacial sands]
Березовый (Онисимиха) [Berezovyy (Onisimikha)]	2021	57.08575 30.42235	Березняк злаково-разнотравный [Grass-forb birch forest]	Серогумусовая ожелезненная легкосуглинистая на супесчаных отложениях [Grey-humus ferruginous light loamy soil on sandy loam deposits]
Денежный-5 [Denezhnyu-5]	2019	57.23981 30.45944	Орляково-вейниковое [Bracken-reed grass]	Серогумусовая глееватая легкосуглинистая [Gray-humus gleyic light loamy]
Липово (основное) [Lipovo (main)]	2021	57.09122 30.44528	Березняк травяно-вейниковый с малиной [Birch forest with grass and reed grass with raspberries]	Дерново-буро-подзолистая постагрогенная среднесуглинистая на моренных суглинках [Sod-brown-podzolic post-agrogenic medium loamy soil on moraine loams]
Липово (южное) [Lipovo (southern)]	2021	57.08840 30.44637	Березняк гигрофитнотравяно-вейниковый [Birch forest hygrophytic forbs-reed grass]	Дерново-буро-подзолистая постагрогенная легкосуглинистая на моренных суглинках [Soddy-brown-podzolic postagrogenic light loamy on moraine loams]

Продолжение табл. 1

Название острова [Name of the island]	Год [Year]	Координаты с.ш., в.д. [Coordinates N, E]	Растительное сообщество [Plant community]	Почва (тип, подтип) [Soil (type, subtype)]
<i>Мелколиственные [Small-leaved]</i>				
Доманец-2 [Domanets-2]	2020	57.18619 30.55047	Осиново-березовое травяно-вейниковое [Aspen-birch forb-reed grass]	Подзол глеевый иллювиально-гумусовый [Gley illuvial-humus podzol]
Липово (северное) [Lipovo (northern)]	2021	57.09590 30.44193	Осиново-березовое леснохвощово-вейниковое [Aspen-birch forest horsetail-reed grass]	Дерново-глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренных суглинках (?) [Sod deep-podzolic light loam soil developed on moraine loams (?)]
Городок (северо-запад) [Gorodok (northwest)]	2021	57.08690 30.43474	Березово-осиновое травяно-вейниковое [Birch-aspen forb-reed grass]	Дерново-неглубокоподзолистая легкосуглинистая на моренных суглинках [Sod shallow-podzolic light loam soil developed on moraine loams]
Городок (юго-запад) [Gorodok (southwest)]	2021	57.08493 30.43369	Осиново-березовое травяно-леснохвощовое [Aspen-birch grass-horsetail]	Дерново-неглубокоподзолистая супесчаная на моренных суглинках [Sod shallow-podzolic sandy loam soil developed on moraine loams]
Чистый [Chistyuy]	2022	57.11039 30.44292	Сероольхово-березовое снытьево-вейниковое [Gray alder-birch forest with Aegopodium and Calamagrostis]	Дерново-подзолистая [Sod-podzolic light loam soil]

<i>Дубняки [Oak forests]</i>				
Темный-3 (о. Глухой) [Temnyy-3 (Glukhoy Island)]	2018	57.22861 30.54025	Дубняк редкотравный [Sparse-herb oak forest]	Дерново-подзолистая легкосуглинистая [Sod-podzolic soil]
Темный-2 (о. Чернецкий) [Temnyy-2 (Chernetsky Island)]	2018	57.22853 30.53614	Дубняк ландышевый [Lily of the valley oak forest]	Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая [Sod-podzolic heavy loam soil]]
Долгий [Dolgiy]	2018	57.26672 30.53636	Дубняк редкотравный [Sparse-herb oak forest]	Подзолистая [Podzolic]
Темный-1 (о. Степанова) [Temnyy-1 (Stepanov Island)]	2018	57.22836 30.53247	Дубняк ландышево-марьянниковый [Lily of the valley-cow-wheat oak forest]	Подзолистая среднесуглинистая [Podzolic medium loam soil]
Букрина [Bukrina]	2018	57.23506 30.51669	Дубяк олуговелый [Meadow oak]	Подзолистая среднесуглинистая [Podzolic medium loam soil]
Репище [Repishche]	2020	57.22114 30.51888	Осиново-дубовое ландышевое [Aspen-oak lily of the valley]	Дерново-мелкоподзолистая на моренном суглинке [Sod shallow-podzolic soil developed on moraine loam]
Безымянный-5 (ур. Яловец) [Bezimyannyy-5 (Yalovets tract)]	2020	57.14150 30.48633	Дубово-осиновое снытевое [Oak-aspens forest with Aegopodium podagraria]	Дерново-подзолистая постагрогенная среднесуглинистая на тяжелом моренном суглинке [Post-agrogenic sod-podzolic medium loam soil developed on heavy moraine loam]

Продолжение табл. 1

Название острова [Name of the island]	Год [Year]	Координаты с.ш., в.д. [Coordinates N, E]	Растительное сообщество [Plant community]	Почва (тип, подтип) [Soil (type, subtype)]
Липовая горка [Lipovaya gorka]	2020	57.22331 30.52597	Дубово-осиновое ландышевое [Oak-aspen lily of the valley]	Дерново-подбур легкосуглинистый, подстилаемый тяжелым суглинком [Sod podbur light loam soil underlain by heavy loam]
Криман [Kriman]	2017	57.25497 30.63552	Мелколиственно-дубовое травяное [Small-leaved oak herbal]	Подбур грубогумусированный контактно-осветленный (на супесях, подстилаемых суглинками) [Coarse humus contact-bleached podbur developed on sandy loams underlain by loams]
<i>Ельники [Spruce forests]</i>				
Дароватый (отдельный) [Darovatyu (separate)]	2022	57.09740 30.41213	Ельник мертвопокровный с дубом [Dead-cover spruce forest with oak]	Подзол-элювозем контактно- осветленный (на озерно-ледниковых супесях, подстилаемых моренным суглинком) [Contact-bleached podzol-eluvozem developed on lacustrine-glacial sandy loams underlain by moraine loam)]
Ручьи-4 [Ruchi-4]	2019	57.22261 30.48453	Осиново-еловое кустарничковое хвощово-тростниково-зеленомошное [Aspen-spruce dwarf shrub horsetail- common reed-green moss]	Подзолистая перегнойная глееватая на моренном суглинке [Podzolic humus gleyic on moraine loam]

Дароватый-1 (южный) [Darovatyy-1 (southern)]	2022	57.10204 30.41438	Березово-еловое кустарничково-зеленомошное редкотравное [Birch-spruce dwarf shrub-green moss sparse grass]	Подзол глеевый перегнойно-торфянистый иллювиально-гумусовый на (озерно-ледниковых?) песках [Podzol gley humus-peat illuvial-humus on (glacial-lacustrine (?)) sands]
Ручьи-5 [Ruchi-5]	2019	57.22350 30.48211	Мелколиственно-хвойное чернично-зимнехвощово-тростниково-зеленомошное [Small-leaved-coniferous bilberry-winter horsetail-common reed-green moss]	Подзол глеевый перегнойный на супеси [Gley humus podzol on sandy loam]
Дароватый (основной) [Darovatyy (basic)]	2022	57.10332 30.41631	Березово-еловое бруснично-зеленомошное [Birch-spruce lingonberry-green moss]	Дерново-подзолистая постагrogenная [Soddy-podzolic postagrogenic]
Ручьи-1 [Ruchi-1]	2019	57.22114 30.48661	Черноольхово-еловое вейниково-орляковое [Black alder-spruce reed grass-bracken]	Дерново-подзолистая постагrogenная супесчаная на моренном суглинке [Soddy-podzolic postagrogenic sandy loam on moraine loam]
Безыманный-3 («БезРуч»*) [Bezymyanny-3 (“BezRuch”*)]	2018	57.23944 30.49342	Мелколиственно-еловое кустарничково-зеленомошное [Small-leaved spruce dwarf shrub-green moss]	Подзолистая суглинистая на двучленных отложениях [Podzolic loamy soil on two-layered deposits]
Ручьи-2 [Ruchi-2]	2019	57.21988 30.48747	Осиново-еловое щучково-орляково-костянично-зеленомошное [Aspen-spruce pike-bracken-stone bramble-green moss]	Подзолистая на моренном суглинке [Podzolic on moraine loam]
Темный [Temniy]	2017	57.23331 30.56914	Елово-осиновое травяно-вейниковое [Spruce-aspen reed grass]	Дерново-подбур контактно-осветленный (на супесях, подстилаемых суглинками) [Contact-bleached sod-podbur developed on sandy loams underlain by loams]

Окончание табл. 1

Название острова [Name of the island]	Год [Year]	Координаты с.ш., в.д. [Coordinates N, E]	Растительное сообщество [Plant community]	Почва (тип, подтип) [Soil (type, subtype)]
Горстица [Gorostitsa]	2022	57.11569 30.44090	Елово-мелколиственное редкотравное [Spruce-small-leaved sparse grass]	Подбур грубогумусовый на водно-ледниковых супесях [Coarse humus podbur on fluviglacial sandy loams]
Еловый [Elovyu]	2022	57.10215 30.38909	Елово-осиновое кустарничковое [Spruce-aspens dwarf shrub]	Дерново-подзол иллювиально- железистый глееватый [Sod-podzol illuvial-ferrous gleyic]
Сосновый [Sosnovyy]	2022	57.10490 30.38828	Хвойно-мелколиственное кустарничково-вейниковое [Coniferous-small-leaved dwarf shrub- reed grass]	Подзол глееватый оруденелый потечно-гумусовый [Gleyic mineralized humus-flow podzol]
<i>Осинники [Aspen forests]</i>				
Волков [Volkov]	2017	57.26244 30.56700	Осиновое с елью вейниково-хвощовое [Aspen with spruce reed grass and horsetail]	Глеезем потечно-гумусовый окисленно-глеевый [Oxidized gleyic humus-streaked gleysol]
<i>Черноольшаники [Black alder forests]</i>				
Безыманный-1 [Bezemyannyu-1]	2017	57.25406 30.55994	Черноольховое тростниково-осоково- вейниковое с елью [Black alder common reed-sedge-reed grass with spruce]	Торфяно-глеезем [Peat-gley soil]

Ущербный* [Ushcherbnyu* (previously unnamed)]	2017	57.23464 30.56275	Черноольхово-березово-еловое хвощово-тростниково-сфагновое [Black alder-birch-spruce horsetail- common reed-sphagnum]	Торфяно-глеезем на суглинках [Peat-gley soil on loams]
Круглый [Kruglyy]	2017	57.26058 30.73044	Черноольхово-дубовое леснокамышево- вейниковое с тростником [Black alder-oak forest-reed-reed grass with common reed]	Элювиально-метаморфическая глееватая [Eluvial-metamorphic gleyic]
Ольха-Дуб* [Olkha-Dub*]	2019	57.22269 30.48836	Березово-черноольховое олуговелое [Birch-black alder meadow]	Дерново-подбур песчаный на озерно- ледниковых отложениях [Sandy soddy podbur on glacial- lacustrine deposits]
Ольха-Дуб* [Olkha-Dub*]	2019	57.22288 30.48838	Черноольхово-березовое с елью чернично-костяничное [Black alder-birch with spruce, bilberry-stone bramble]	Дерново-подбур глееватый [Gleyic sod-podbur]

Примечания. \* Название острову дано во время экспедиционных исследований. \*\* Почвообразующая порода и гранулометрический состав указаны в случаях, когда они были определены  
[Notes: \* The island was named during expeditionary research. \*\* The parent material and particle size distribution are indicated where they were determined.]

## Еловые леса

Произрастающие на минеральных островах еловые леса, вероятно, производные. Они, как правило, представлены смешанными насаждениями из ели, березы и осины. *Ельник с формулой древостоя (10Е) мертвопокровный* с дубом был описан однажды (о. Дароватый отдельный). Почва подзол-элювозем контактно-осветленный на озерно-ледниковых супесях, подстилаемых моренным суглинком.

*Елово-мелколиственное редкотравное* сообщество было встречено на о. Горостица на подбуре грубогумусированном на водно-ледниковых супесях. В составе травяно-кустарничкового яруса выделялся майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), с незначительным покрытием отмечены вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea*) и ландыш майский (*Convallaria majalis*). Остров имеет следы как зоогенных, так и антропогенных нарушений.

## Зеленомошная группа типов леса

К кустарничково-зеленомошному типу относится *мелколиственно-еловый чернично-бруснично-зеленомошный* фитоценоз на подзолистой суглинистой почве на двучленных отложениях (о. Безымянный-3).

*Березово-еловый бруснично-зеленомошный* фитоценоз сформировался на о. Дароватый (основной). Почва под описанным сообществом – дерново-подзолистая постагрогенная – свидетельствует о бывшем использовании острова под сельскохозяйственный надел [Галанина, Юрин, 2024].

*Черноольхово-еловое вейниково-орляковое* сообщество описано на о. Ручьи-1, где вскрыта дерново-подзолистая постагрогенная супесчаная почва на моренном суглинке. На острове обильно произрастает *Rosa majalis*.

В статистическом очерке Н.М. Кислякова, посвященном Восточному болотному району Псковской губернии (1905), указаны «лесные покосы, или пустошные...».

*Березово-еловое бруснично-чернично-политрихово-зеленомошное сообщество* произрастает на бывшей пустоши (о. Дароватый-1 южный). Травяно-кустарничковый ярус разрежен. Происходит распад древостоя, вымокание и оторфовывание подстилки. Почва диагностирована как подзол глеевый перегнойно-торфянистый иллювиально-гумусовый на (озерно-ледниковых?) песках. Такие почвы формируются в условиях дополнительного поверхностного или грунтового увлажнения на легких по гранулометрическому составу отложениях.

В составе травяно-кустарничкового яруса *осиново-елового орляково-косянично-зеленомошного* сообщества отмечены лесные, луговые и болотные виды. Динамическое состояние фитоценоза нестабильное, происходит распад древостоя в результате подтопления острова. Почва подзолистая на моренном суглинке (о. Ручьи-2).

*Елово-осиновое кустарничковое* сообщество описано на дерново-подзоле иллювиально-железистом глееватом (о. Еловый). По острову проходит экотропа.

*Хвойно-мелколиственное кустарничково-вейниковое* сообщество встречено на соседнем острове. Под ним диагностирован подзол глееватый оруденелый потечно-гумусовый (о. Сосновый).

На обоих островах, по которым проходит экотропа заповедника «Плавницкое болото», отмечается начальная стадия глеевого процесса, что означает изменение условий увлажнения почвы.

На о. Темный растительный покров представлен *елово-осиновым травяно-вейниковым* фитоценозом. В формуле древостоя присутствует дуб. В подлеске обильный подрост липы, под которым диагностирован дерново-подбур контактно-осветленный на супесях, подстилаемых суглинками.

Заболачивающиеся острова (о. Ручьи 4 и 5) поросли ельниками, которые формируются на перегнойных почвах с выраженным глеевым процессом. Описаны *осиново-еловое* с подростом липы и можжевельником *зимнехвоцовой-тростниково-зеленомошное* и *сосново-еловое чернично-зимнехвоцовой-тростниково-зеленомошное* сообщества. Почва подзолистая перегнойная глееватая на моренном суглинке и подзол глеевый перегнойный на супеси соответственно.

## Мелколиственные леса

### *Березовые*

*Березняк злаково-орляковый* сформировался на дерново-подбуре псевдотурбированном (о. Денежный-4), а *березняк травяно-вейниковый* на дерново-подбуре супесчаном на перемытой морене (о. Денежный-2).

*Березняк ландышево-снытевый* описан на о. Доманец-1 на дерново-подбуре оподзоленном супесчаном.

*Березняк тростниково-вейниковый* описан на подбуре грубогумусовом (о. Денежный-3). В составе фитоценоза присутствует ландыш и таежные кустарнички.

*Березняк разнотравный* на ржавоземе оподзоленном супесчаном на водно-ледниковых песках стоит отметить отдельно (о. Городок).

Остров представляет собой самую высокую точку заповедника, его высота – 103,9 м над у.м. По сравнению с подбурями, ржавоземы тяготеют либо к более богатым породам, более мелкоземистым, либо к более теплым климатическим условиям. В почвенном покрове ржавоземы могут чередоваться с подбурями [Классификация..., 2004].

На острове Березовый (Онисимиха) произрастает *березняк злаково-разнотравный* на серогумусовой (дерновой) ожелезненной легкосуглинистой почве на супесчаных отложениях. Известно, что серогумусовые почвы формируются при участии травянистой растительности. Вероятно, длительное время остров использовался под сенокос.

Сходная почва диагностирована под *березняком орляково-вейниковым* на о. Денежный-5: серогумусовая (дерновая) глееватая легкосуглинистая.

На о. Урочище Липово, представляющем собой несколько фрагментов – участков суши, описаны *березняки: травяно-вейниковый* и *гигрофитнотравяно-вейниковый* на дерново-буро-подзолистых постагрогенных среднесуглинистых и легкосуглинистых почвах на моренных суглинках.

Известно, что ранее на острове существовала деревня Липово, состоявшая из 10 дворов [Галанина, Юрин, 2024].

### Осиновые

*Осиновый вейниково-хвощовый* фитоценоз с елью во втором ярусе и можжевельником (*Juniperus communis*) был встречен на о. Волков. Остров плоский, заболачивающийся, но все еще выделяется богатством видового состава произрастающего здесь сообщества. Почва глеезем потечно-гумусовый окисленно-глеевый.

Мелколиственные леса из осины (*Populus tremula*) и березы (*Betula pubescens*, *B. pendula*) произрастают на дерново-подзолистых почвах.

Под *осиново-березовым леснохвощово-вейниковым* сообществом описана дерново-глубокоподзолистая легкосуглинистая почва на моренных суглинках (?) (о. Урочище Липово (северный)).

На о. Городок, где были сделаны описания *березово-осиново-травяно-вейникового* и *осиново-березово-травяно-леснохвощового* сообществ, сформировались дерново-неглубокоподзолистая легкосуглинистая и дерново-неглубокоподзолистая супесчаная почвы на моренных суглинках.

*Сероольхово-березовое снытево-вейниковое* сообщество на дерново-подзолистой почве явилось уникальным среди всех изученных островов (о. Чистый). Вероятнее всего, почвы острова в прошлом подвергались распашке [Галанина, Юрин, 2024].

*Осиново-березовый травяно-вейниковый* фитоценоз существует в условиях активного заболачивания плоского о. Доманец-2. Ольха черная формирует второй ярус древостоя. Подзол глеевый иллювиально-гумусовый демонстрирует признаки дополнительного увлажнения по сравнению с подзолами. Характерно наличие глеевого горизонта в нижней части профиля.

## Широколиственные леса

### Дубовые

Дубовые леса, или дубняки, отмеченные на ряде островов, могут быть разделены на несколько типов [Галанина и др., 2020].

К северу от Ратчинской возвышенности расположены острова «Темные», которые имеют вытянутую конфигурацию северо-запад – юго-восток. На о. Темный-1 (о. Степанова) был описан дубняк *ландышево-марьянниковый* (*Melampyrum nemorosum*) на подзолистой среднесуглинистой почве.

На соседнем о. Темный-2 (второе название о. Чернецкий) произрастал дубняк *ландышевый* на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Марьянник дубравный здесь также имеет значительное обилие.

Дубняк *редкотравный* на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на о. Темный-3 (о. Глухой) имеет разреженный покров, по-видимому, из-за роящей деятельности кабанов. Спорадически группами встречается ландыш и звездчатка (*Stellaria holostea*). Остров представляет собой плоскую низкую гряду, испытывающую активное наступление болота с обеих сторон. Верхушки дубов усохли, много фауных деревьев. Отмечен обильный подрост дуба. Травяной ярус примечателен видовым богатством, на площадке описания в травяном ярусе зарегистрировано 33 вида сосудистых растений. Началась экспансия сфагновых мхов.

Остров Долгий вблизи ур. Малое Городище характеризовался дубняком *редкотравным*, в древостое которого встречаются липа (*Tilia cordata*), осина (*Populus tremula*) и ель. Остров завален выпавшими крупными деревьями. Рельеф острова нарушен. Видовой состав травяно-кустарничкового яруса обеднен и насчитывает 19 видов. Спорадически встречаются осока (*Carex digitata*) и орляк (*Pteridium aquilinum*). Почва подзолистая.

*Осиново-дубовое ландышевое* сообщество с подлеском из лещины на дерново-мелкоподзолистой почве на моренном суглинке произрастает на о. Репище.

*Дубово-осиновое ландышевое* сообщество, сходное с предыдущим, сформировалось на дерново-подбуре легкосуглинистом, подстилаемом

тяжелым суглинком (о. Липовая горка). Характерен подлесок из лещины (*Corylus avellana*).

В центральной части узкой вытянутой гряды о. Безымянный-5 (ур. Яловец), произрастает дубово-осиновое снытевое сообщество на дерново-подзолистой постагрогенной среднесуглинистой почве на тяжелом моренном суглинке. Характерно присутствие неморальных трав: ландыша, норичника узловатого (*Scrophularia nodosa*), копытня (*Asarum europaeum*) и др.

Дубняк разнотравный (олуговельный) на подзолистой среднесуглинистой почве был описан на о. Букрина, через который некогда проходил зимник из с. Ратча в д. Большое Городище. Растительный покров острова выделяется среди других островов разнообразием видов разных экологических групп. На площадке описания зарегистрировано 43 вида растений травяно-кустарничкового яруса.

Дубняк снытевый и олуговельный указываются для юго-восточных районов Псковской области, в том числе Бежаницкой возвышенности [Василевич, Бибикина, 2001]. Дубняк олуговельный отмечается упомянутыми авторами как своеобразная ассоциация дубовых лесов, представляющая собой последнюю стадию деградации дубняка снытевого в результате выпаса скота и выжигания травы.

На о. Криман на пологом склоне, обращенном к северу, произрастает мелколиственно-дубовый травяной фитоценоз из сочевичника, ландыша и звездчатки злаковидной с подлеском из липы на подбуре грубогумусированном контактно-осветленном на супесях, подстилаемых суглинками.

Дуб повсеместно выпадает из состава древостоя. Похожая динамическая тенденция была отмечена на болотных островах Рдейского запovedника [Мауков, 2005].

### Черноольховые леса

Все острова, на которых были сделаны описания с доминированием или участием в древостое *Alnus glutinosa*, являются в той или иной степени заболочивающимися [Галанина, 2025].

В рамках доминантной классификации [Василевич, Щукина, 2001] выделяют черноольшаники белокрыльниковые. Для мелких затопленных островов (Кобыляк, Журавлиный) характерны черноольховые тростниково-белокрыльниковые и хвощово-тростниковые сообщества.

Содоминантами в сообществах внутриболотных минеральных островов выступают ольха черная (*Alnus glutinosa*) и береза пушистая (*Betula pubescens*). Постоянно присутствует в виде небольшой примеси ель (*Picea abies*).

*Черноольховое тростниково-осоково-вейниковое* сообщество выделяется участием ели во 2-м древесном ярусе. Почва торфяно-глезем (о. Безымянный-1).

*Черноольхово-березово-еловое хвощово-тростниково-сфагновое* сообщество было описано на маленьком островке без названия к западу от о. Темный. Почва торфяно-глезем на суглинках.

*Березово-черноольховое олуговелое* (с косянником и ландышем) произрастает на дерново-подбуре песчаном на озерно-ледниковых отложениях (о. Оляха-Дуб). Второе сделанное на острове описание характеризовало *черноольхово-березовое с елью чернично-косяничное* сообщество на дерново-подбуре глееватом.

Уплощенный низкий остров Круглый уже практически затоплен окружающим его болотом. *Дубово-черноольхово-леснокамышеволеснейниковое* сообщество с тростником (*Phragmites communis*) описано на элювиально-метаморфической глееватой почве. Такие почвы развиваются в плоских озерно-ледниковых низинах, и чаще всего формируются на озерных глинах. Дубы выпадают из состава древостоя. Покрытие сфагновыми мхами напочвенного покрова достигает 15%.

Таким образом, черноольховые древостои на островах являются производными от ранее существовавших здесь хвойных (еловых) или дубовых лесов.

## Заключение

Впервые охарактеризованы почвенно-растительные условия внутри-болотных минеральных островов Полистовского заповедника.

По нашим данным, сосновые, еловые, березовые и дубовые острова встречаются одинаково часто. Реже встречены мелколиственные (осиново-березовые) и черноольховые леса. Осинник встречен однажды.

На изученных островах были описаны южнотаежные сосновые и производные березовые и сосново-березовые леса, подтаежные еловые и производные на их месте мелколиственно-еловые, березово-еловые и елово-осиновые леса, широколиственные дубняки и дубово-осиновые травяные леса, а также формирующиеся на месте березняков и дубняков черноольшаники.

Обширные болотные участки, окружающие острова, влияют на них, сокращая, с течением времени, их площадь. Происходит заболачивание пониженных частей островов; они распадаются на еще более незначительные фрагменты и даже перестают существовать, сменяясь болотными березняками, а впоследствии сосняками.

Длительная история природопользования на изучаемой территории отражается на структуре и составе фитоценозов островов. Изучение почвенного покрова показало наличие агроземов – признаков сельскохозяйственного использования ряда островов, находящихся в относительной близости от коренного берега. Островные пустоши использовались под сенокосные угодья; на крупных островах располагались хутора. К настоящему времени на ряде болотных островов сохранились небольшие луговые поляны, демонстрирующие всплеск флористического разнообразия за счет луговых и опушечных видов.

Изучение природы внутриболотных минеральных островов позволит в дальнейшем определить тренды в формировании растительного покрова, происходящем при активном заболачивании.

### Библиографический список / References

Александрова В.Д., Юрковская Т.К. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л., 1989. [Alexandrova V.D., Yurkovskaya T.K. Geobotanicheskoye rayonirovaniye Nechernozem'ya evropeyskoy chasti RSFSR [Geobotanical zoning of Nechernozem'ye of the European part of RSFSR]. Leningrad, 1989.]

Богдановская-Гиенэф И.Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа на примере Полистово-Ловатского массива. Л., 1969. [Bogdanovskaya-Guiheneuf I.D. Zakonomernosti formirovaniya sfagnovykh bolot verkhovogo tipa na primere Polistovo-Lovatskogo massiva [Regularities of sphagnum mire formation of bog type: Polisto-Lovat mire massif as an example]. Leningrad, 1969.]

Василевич В.И., Бибикова Т.В. Широколиственные леса северо-запада Европейской России. 1. Типы дубовых лесов // Ботанический журнал. 2001. Т. 86. № 7. С. 86–101. [Vasilevich V.I., Bibikova T.V. Broadleaf forests of the North-West of European Russia. 1. Types of oak forests. *Botanical Journal*. 2001. Vol. 86. No. 7. Pp. 86–101. (In Rus.)]

Василевич В.И., Щукина К.В. Черноольховые леса северо-запада Европейской России // Ботанический журнал. 2001. Т. 86. № 3. С. 15–26. [Vasilevich V.I., Schukina K.V. Black Alder forests of the North-West of European Russia. *Botanical Journal*. 2001. Vol. 86. No. 3. Pp. 15–26. (In Rus.)]

Галанина О.В. Черноольховые сообщества внутриболотных минеральных островов Полистовского заповедника // Торфяные болота Сибири: функционирование, ресурсы, восстановление: Материалы Пятой международной научной конференции (8–14 сентября 2025 года, г. Томск, Россия). Томск, 2025. С. 19–20. [Galanina O.V. Black Alder Forests of bog islets in the Polistovsky Reserve. *Torfyanye bolota Sibiri: funktsionirovaniye, resursy, vosstanovleniye: Materialy Pyatoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (8–14 sentyabrya 2025 goda, g. Tomsk, Rossiya)*. Tomsk, 2025. Pp. 19–20. (In Rus.)]

Галанина О.В., Нестерова К.А., Черненко П.А. Сообщества с участием дуба черешчатого в Полистовском заповеднике (Псковская обл.) // Растительность Восточной Европы и Северной Азии. Материалы II Международной научной конференции. Брянск, 2020. С. 13. [Galanina O.V., Nesterova K.A., Chernenko P.A. Plant communities with presence of English oak in the Polistovsky Reserve (Pskov Region). *Rastitelnost Vostochnoy Evropy i Severnoy Azii. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. Bryansk, 2020. P. 13. (In Rus.)]

Галанина О.В., Панов В.В., Филиппов Д.А. Минеральные внутриболотные острова как элементы болотных ландшафтов // Актуальные вопросы биогеографии: материалы Международной конференции (Санкт-Петербург, 9–12 октября 2018 года). СПб., 2018. С. 94–98. [Galanina O.V., Panov V.V., Philippov D.A. Mineral bog islets as elements of mire landscapes. *Aktualnye voprosy biogeografii: Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii (Sankt-Peterburg, 9–12 oktyabrya 2018 goda)*. St. Petersburg, 2018. Pp. 94–98. (In Rus.)]

Галанина О.В., Юрин А.С. Болотные острова Полистовского заповедника: прошлое и настоящее // XIII Псковские международные краеведческие чтения. Материалы международной научно-практической конференции: г. Псков, 6–8 октября 2023 г. Т. II. Псков, 2024. С. 189–199. [Galanina O.V., Yurin A.S. Mire islets of the Polistovsky Nature Reserve: Past and present. *XIII Pskovskie mezhdunarodnye kraevedcheskie chteniya. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: g. Pskov, 6–8 oktyabrya 2023 g. Vol. II. Pskov, 2024*. Pp. 189–199. (In Rus.)]

Ефимов П.Г., Конечная Г.Ю. Конспект флоры Псковской области. М., 2018. [Efimov P.G., Konechnaya G.Yu. *Konspekt flory Pskovskoy oblasti [Flora checklist of Pskov Region]*. Moscow, 2018.]

Карта «Зоны и типы поясности России и сопредельных территорий». М 1 : 8 000 000 / гл. ред. Г.Н. Огуреева. М., 1999. [Karta «Zony i tipy poynasnosti Rossii i sopredelnyukh territorij» [Zones and types of latitudinal zonation of Russia and adjacent territories. Scale 1 : 8 000 000]. G.N. Ogureeva (ed.). Moscow, 1999.]

Карта растительности: О-36. Карта растительности европейской части СССР, масштаб: 1 : 1 000 000 / под ред. Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. М., 1975. [Karta rastitelnosti: O-36. Karta rastitelnosti evropeyskoy chasti SSSR, masshtab: 1 : 1 000 000 [Vegetation map: 0-36. Vegetation map of European part of USSR. Scale 1 : 1 000 000]. T.I. Isachenko, E.M. Lavrenko (eds.). Moscow, 1975.]

Кисляков Н.М. Восточный болотный район Псковской губернии (физико-географический и статистический очерк). Псков, 1905. [Kislyakov N.M. *Vostochny bolotnyy rayon Pskovskoy gubernii (fiziko-geograficheskij i statisticheskij ocherk)* [Eastern mire region of Pskov Guberniya (physical-geographical and statistical review)]. Pskov, 1905.]

Ипатов В.С., Мирин Д.А. Описание фитоценоза: методические рекомендации. СПб., 2008. [Ipatov V.S., Mirin D.M. *Opisanie fitotsenoza: metodicheskie rekomendatsii* [Description of phytocoenosis: Methodical recommendations]. St. Petersburg, 2008.]

Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогова, И.И. Лебедева и др. Смоленск, 2004. [Shishov L.L., Tonkonogova V.D.,

Lebedeva I.I. et al. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Russian soil classification system] Smolensk, 2004.];

Королькова Е.О., Решетникова Н.М., Новикова Т.А. Сосудистые растения заповедника «Полистовский» (аннотированный список видов). Изд. 2-е, перераб. и доп. М., 2020. [Korolkova E.O., Reshetnikova N.M., Novikova T.A. Sosudistye rasteniya zapovednika «Polistovskiy» (annotirovannyi spisok vidov) [Vascular plants of the Polistovsky reserve (annotated list of species)]. 2nd ed., revis. and enlarg. Moscow, 2020.]

Методы изучения лесных сообществ / под ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузовой. СПб., 2002. [Metody izucheniya lesnykh soobshchestv [Methods for forest community study]. V.T. Yarmishko, I.V. Lyanguzova (eds.). St. Petersburg, 2002.]

Петрова Е.А., Галанина О.В., Вальцев Д.А. Растительность минеральных островов северной части заповедника Полистовский // Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению: материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники Тверского гос. ун-та (г. Тверь, 8–11 ноября 2017 г.). Тверь, 2017. С. 307–308. [Petrova E.A., Galanina O.V., Valtsev D.A. Vegetation of mineral islets of the northern part of Polistovsky Reserve. *Bioraznoobrazie: podkhody k izucheniyu i sokhraneniyu: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu kafedry botaniki Tverskogo gos. un-ta (g. Tver, 8–11 noyabrya 2017 g.)*. Tver, 2017. Pp. 307–308. (In Rus.)]

Полевой определитель почв. М., 2008. [Polevoy opredelitel pochv [Field soil identification guide]. Moscow, 2008.]

Почвообразовательные процессы / под ред. М.С. Симаковой, В.Д. Тонконогова. М., 2006. [Pochvoobrazovatelnye protsessy [Soil forming processes]. M.S. Simakova, V.D. Tonkonogov (eds.). Moscow, 2006.]

Телеганова В.В. Мхи Полистовского заповедника (аннотированный список видов). М., 2020. [Teleganova V.V. Mxhi Polistovskogo zapovednika (annotirovannyi spisok vidov) [Mosses of the Polistovsky Reserve (annotate species list)]. Moscow, 2020.]

Фрейдин Г.Л. К изучению разнообразия мхов внутриболотных островов Полистовского заповедника (Псковская обл.) // XI Галкинские чтения (21 апреля 2021 г.). СПб., 2021. С. 98–101. [Freydin G.L. To explore diversity of mosses on mire islands (Polistovsky Nature Reserve, Pskov Region). *XI Galkinskije chteniya (21 aprelya 2021 g.)*. St. Petersburg, 2021. Pp. 98–101. (In Rus.)]

Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. Л., 1964. Т. III. С. 9–36. [Yunatov A.A. Types and geobotanical research content. Selection of test plots and establishment of ecological profiles. *Polevaya geobotanika*. Leningrad, 1963. Vol. III. Pp. 9–36. (In Rus.)]

Юрин А.С. Почвы и почвенные процессы лесоболотных экотонів южной тайги Европейской части России // XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении» / под ред. Б.Ф. Апарина. СПб., 2024а. С. 143–144. [Yurin A.S. Soils and soil processes in forest-mire ecotone of southern taiga of the European Russia. *XXVII Dokuchaevskie molodezhnye chteniya «Traditsii i innovatsii v pochvovedenii»*. St. Petersburg, 2024. Pp. 143–144. (In Rus.)]

Юрин А.С. Почвенное картирование внутриболотных островов Полистовского заповедника // *Материалы по изучению русских почв*. Вып. 14 (41) / под ред. Б.Ф. Апарина. СПб., 2024b. С. 82–86. [Yurin A.S. Soil mapping of bog mineral isles of the Polistovsky Reserve. *Materialy po izucheniyu russkikh pochv*. Issue 14 (41). B.F. Aparin (ed.). St. Petersburg, 2024. Pp. 82–86. (In Rus.)]

Юрин А.С., Галанина О.В. Подбурья и дерново-подбурья внутриболотных минеральных островов Полистовского заповедника // *Материалы III научно-практической конференции «Проблемы и состояние почв городских и лесных экосистем»* (12–13 декабря 2024 г.). СПб., 2024. С. 151–155. [Yurin A.S., Galanina O.V. Podburs and sod-podburs of bog mineral islets of Polistovsky Nature Reserve. *Materialy III nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i sostoyaniye pochv gorodskikh i lesnykh ekosistem»* (12–13 dekabrya 2024 g.). St. Petersburg, 2024. Pp. 151–155. (In Rus.)]

Maykov D. Inside Mires: The nature and current status of mineral inner-mire islands in Rdeysky Nature Reserve in Western Russia. *Stapfia*. 2005. (Neue Serie 35). No. 85. Moore von Sibirien bis Feuerland. Special Issue. Pp. 313– 321.

Статья поступила в редакцию 19.06.2025, принята к публикации 09.08.2025

The article was received on 19.06.2025, accepted for publication 09.08.2025

#### Сведения об авторе / About the author

**Галанина Ольга Владимировна** – кандидат биологических наук; доцент кафедры биогеографии и охраны природы Института наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет; старший научный сотрудник лаборатории общей геоботаники, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург; научный сотрудник, Государственный природный заповедник «Полистовский», п. Бежаницы, Псковская обл.

**Olga V. Galanina** – PhD in Biology; associate professor at the Department of Biogeography and Nature Protection of the Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University; senior researcher at the Laboratory of General Geobotany, Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg; researcher, State Nature Reserve “Polistovsky”, Bezhanitsy settlement, Pskov region, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5723-309X>

E-mail: [o.galanina@spbu.ru](mailto:o.galanina@spbu.ru)

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-422-465

УДК 574.9

**Д.А. Филиппов<sup>1</sup>, А.Н. Левашов<sup>2</sup>,  
Ю.А. Бобров<sup>3</sup>, А.С. Комарова<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
152742 п. Борок, Ярославская обл., Российская Федерация

<sup>2</sup> Центр творчества,  
160004 г. Вологда, Российская Федерация

<sup>3</sup> Сыктывкарский государственный университет  
имени Питирима Сорокина,  
167001 г. Сыктывкар, Российская Федерация

<sup>4</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
119071, г. Москва, Российская Федерация

## Классификация местообитаний Вологодской области для задач инвентаризации, мониторинга и охраны регионального биоразнообразия

Впервые для Вологодской области (Север Европейской России) проводится оригинальная классификация местообитаний. Система основана на объективных экотопических и геоботанических признаках, с учетом антропогенного воздействия. Классификация иерархическая (трехступенчатая) и включает 74 группы местообитаний, объединенных в 20 комплексов местообитаний и шесть классов местообитаний (лесные; луговые и опушечные; болотные и внутриболотные; водные и околководные; специфические; антропогенные и полуестественные). Классификация предназначена для анализа биоразнообразия разных таксономических групп, что позволяет подходить к оценке/анализу территорий/объектов комплексно и с использованием единого и унифицированного для региона подхода.

© Филиппов Д.А., Левашов А.Н., Бобров Ю.А., Комарова А.С., 2025

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



**Ключевые слова:** биотоп, местообитание, особо охраняемые природные территории, Вологодская область

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания № 121051100099-5 Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Классификация местообитаний Вологодской области для задач инвентаризации, мониторинга и охраны регионального биоразнообразия / Д.А. Филиппов, А.Н. Левашов, Ю.А. Бобров, А.С. Комарова // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 4. С. 422–465. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-422-465

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-422-465

**D.A. Philippov<sup>1</sup>, A.N. Levashov<sup>2</sup>,  
Yu.A. Bobroff<sup>3</sup>, A.S. Komarova<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup> Papanin Institute for Biology of Inland Waters,  
Russian Academy of Sciences,  
Borok, Yaroslavl Region, 152742, Russian Federation

<sup>2</sup> Institution of Additional Education “Center of Creativity”,  
Vologda, 160004, Russian Federation

<sup>3</sup> Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,  
Syktyvkar, Komi Republic, 167001, Russian Federation

<sup>4</sup> Institute of Ecology and Evolution A.N. Severtsov  
of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, 119071, Russian Federation

## Habitats classification of the Vologda Region for the purposes of inventory, monitoring, and protection of regional biodiversity

An original habitat classification system is presented for the first time for the Vologda Region (Northern European Russia). The system is based on objective ecotopic and geobotanical characteristics taking into account anthropogenic impacts. The hierarchical (three-tiered) classification includes

74 habitat groups, combined into 20 habitat complexes and six habitat classes (forest; meadow and intra-forest; mire and intra-mire; aquatic and semi-aquatic; specific; anthropogenic and semi-natural). The classification is designed to analyze the biodiversity of different taxonomic groups, enabling a comprehensive assessment/analysis of territories/objects using a unified and standardized approach for the region.

**Key words:** biotope, habitat, specially protected natural areas, Vologda Region

**Acknowledgments.** The study was performed within the framework of State assignments for Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS (No. 124032100076-2).

CITATION: Philippov D.A., Levashov A.N., Bobroff Yu.A., Komarova A.S. Habitats classification of the Vologda Region for the purposes of inventory, monitoring, and protection of regional biodiversity. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 422–465. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-3-422-465

## Введение

Неподписанная Российской Федерацией Бернская конвенция<sup>1</sup> во второй главе “Protection of habitats” определяет обязанности подписантов по сохранению “natural habitats” (что можно перевести как «естественные среды обитания» или «природные местообитания»), однако не дает их явного определения. Контекстуально можно понять, что “habitats” – неотъемлемая часть природной среды, некая комплексная система, включающая места размножения и кормления вида, зоны миграции, а также другие важные для его жизнедеятельности территории. Отдельно в тексте конвенции подчеркивается необходимость охраны этих “natural habitats”. Таким образом, можно говорить, что местообитание – это целостная экологическая система, обеспечивающая жизнедеятельность диких видов флоры и фауны и требующая специальной охраны.

На основе конвенции и заложенного ею понимания местообитаний, а также директивы 92/43/ЕЭС<sup>2</sup> в Европейском Союзе была создана сеть Nature 2000. В нее входят различные охраняемые территории, обеспечивающие выживание ценных видов, сохранение уникальных местообитаний и природного наследия в целом, а также поддержание

<sup>1</sup> Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern, 19 September 1979. URL: [www.conventions.coe.int/Treaty/en/treaties/html/104.htm](http://www.conventions.coe.int/Treaty/en/treaties/html/104.htm) (accessed: 19.08.2025).

<sup>2</sup> Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal*. L 206. 22.7.1992. Pp. 7–50. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj> (accessed: 23.08.2025).

экологического баланса<sup>3</sup>. Эта сеть является, в свою очередь, частью паневропейской “Emerald Network”<sup>4</sup>, как видов, так и местообитаний (natural habitats; species habitats).

Хотя Российская Федерация представлена в настоящее время в Emerald Network только в качестве наблюдателя, мы полагаем полезным учет опыта стран-участниц этой сети в отечественной природоохранной работе, важным элементом которой должно являться сохранение местообитаний как территорий, имеющих самостоятельную природную ценность [Рабочая группа..., 2000; Королёва, 2011]. В этой связи на первое место выходит вопрос об используемой классификации местообитаний, в качестве которой может быть выбрана, например, общеевропейская “The European Nature Information System” (EUNIS) [Chytrý et al., 2020; Голуб, 2021] или ее какой-то региональный аналог, более точно улавливающий особенности конкретной территории. В науке и природоохранной практике есть успешные примеры применения как первого [Концепция..., 2012; Растительность..., 2017; Браславская, Тихонова, 2020; Лавриненко, 2021], так и второго [База данных..., 2009; Королёва, 2011; Крышень, 2012; Баранова, Бралгина, 2015; Сенатор, Саксонов, 2018] подходов.

Наши интересы лежат в сфере изучения природы Вологодской области – крупного региона северной части Европейской России (144,5 км<sup>2</sup>), расположенного на границе южной и средней подзон тайги и обладающего существенным биологическим, типологическим и ландшафтным разнообразием [Атлас..., 2007; Природа..., 2007].

Цель настоящей работы – разработка классификации естественных, полустественных и антропогенных местообитаний Вологодской области для возможности решения задач инвентаризации, мониторинга и охраны регионального биоразнообразия. Подобная классификация для региона ранее не приводилась.

## Материал и методы

Классификация основана на экспертном подходе и является результатом анализа и обобщения собственных многолетних исследований состава, структуры и динамики различных типов биоценозов Вологодской области и опубликованных материалов, в особенности по природе региона [Филиппов, 2010].

<sup>3</sup> Natura 2000 data – the European network of protected sites. 2025. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/6fc8ad2d-195d-40f4-bdec-576e7d1268e4> (accessed: 21.09.2025).

<sup>4</sup> Emerald Network of Areas of Special Conservation Interest. 2023. URL: <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-network> (accessed: 20.08.2025).

Вслед за карельскими учеными [База данных..., 2009], предлагаемая для Вологодской области классификации местообитаний разработана на основе объективных экотопических и геоботанических признаков, с учетом антропогенного воздействия. Она имеет строгую иерархию и в настоящее время содержит три ступени. Высшей иерархической единицей служит *класс местообитаний*. Для области выделено шесть классов местообитаний:

- 1) лесные биотопы;
- 2) луговые и опушечные биотопы;
- 3) болотные и внутриболотные биотопы;
- 4) водные и околородные биотопы;
- 5) специфические биотопы;
- 6) антропогенные и полуестественные биотопы.

Первые пять классов включают естественные местообитания, шестой – биотопы, длительное время находящиеся под техногенным прессом. Вторым уровнем классификации служит *комплекс местообитаний* (для региона выделено 20 комплексов, в каждом классе (за исключением одного) – от 3 до 5). Третьим и основным уровнем данной классификации является *группа типов местообитаний* (выделено 74 для области, в каждом комплексе – от 1 до 7 групп типов). Как правило, каждая группа типов местообитаний имеет свои характерные виды, схожие, например, по эколого-ценотическим предпочтениям [Классификация..., 2025]. Мы не стали добавлять в данную классификационную схему еще один-два уровня (которые отражали бы тип местообитания и сообщество), т.к. на данном этапе отсутствует достаточный объем данных для принятия подобных решений, однако в будущем такая необходимость может появиться. Все выделенные единицы классификации естественны и физиономично четко различаются.

## Результаты и обсуждение

В табл. 1 приведена оригинальная классификации местообитаний Вологодской области. Нумерация структурных элементов сквозная: для классов – римскими цифрами (от I до VI); для комплексов – латинскими прописными буквами (от A до T); для групп типов – арабскими цифрами (от 1 до 74). В тексте данные элементы (для облегчения восприятия) имеют полужирное начертание. В целом, описание каждого класса сделано по единой схеме: сначала идет характеристика этой общности местообитаний, затем детализация их различий в пределах класса, а после указание на степень охраны выделенных биотопов в пределах существующей системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Вологодской области.

Таблица 1

**Классификация местообитаний Вологодской области**  
**[Classification of habitats in the Vologda Region, Russia]**

Класс местообитаний [Habitat class]	Комплекс местообитаний [Habitat complex]	Группа типов местообитаний [Habitat type group]	
I. Лесные биотопы [Forest biotopes]	A. Темнохвойные [Dark conifers]	1. Ельники [Spruce forests]	
	B. Светлохвойные [Light conifers]	2. Пихто-ельники [Fir-spruce forests]	
		3. Сосняки [Pine forests]	
	C. Мелколиственные и хвойно-мелколиственные [Small-leaved and coniferous-small-leaved]	4. Сосново-лиственничники [Pine-larch forests]	
		5. Осинники [Aspen forests]	
		6. Березняки [Birch forests]	
		7. Сероольшаники [Gray alder forests]	
		8. Экотонные древесно-кустарниковые заросли [Ecotone tree-shrub thickets]	
	D. Широколиственные и хвойно-широколиственные [Broadleaf and coniferous-broadleaf]	9. Хвойные в сочетании с березой или осиной [Conifers in combination with birch or aspen]	
		10. Дубняки [Oak forests]	
		11. Вязовники [Elm forests]	
	II. Луговые и опушечные биотопы [Meadow and intra-forest biotopes]	E. Гигромезофитные луговые [Hygromesophytic meadow]	12. Хвойные в сочетании с липой, вязами, дубом и/или кленом [Conifers in combination with linden, elm, oak and/or maple]
			13. Осоковые и низкотравные заливные и низинные луга [Sedge and low-grass floodplain and lowland meadows]

Продолжение табл. 1

Класс местообитаний [Habitat class]	Комплекс местообитаний [Habitat complex]	Группа типов местообитаний [Habitat type group]
		14. Крупнозлаковые заливные и низинные луга [Coarse-grained floodplain and lowland meadows]
		15. Высокотравные низинные луга [Tall-grass lowland meadows]
	F. Мезоксеромезофитные луговые [Meso-xeromesophytic meadow]	16. Пустошные луга [Wasteland meadows]
		17. Разнотравные луга [Mixed-grass meadows]
		18. Крупнозлаковые материковые луга [Coarse-grain continental meadows]
		19. Купыревые нитрофильные луга [Купур nitrophilous meadows]
		20. Суходольные луга на карбонатных почвах [Dry meadows on carbonate soils]
		21. Одичавшие сеяные луга [Wild sown meadows]
	G. Экотонно-луговые [Ecotone-meadow]	22. Поляны и опушки светлохвойных лесов [Clearings and edges of light coniferous forests]
		23. Поляны и опушки темнохвойных и мелколиственных лесов [Clearings and edges of dark coniferous and small-leaved forests]
		24. Травянистые лога в лесных массивах [Grassy ravines in forest areas]

Продолжение табл. 1

Класс местообитаний [Habitat class]	Комплекс местообитаний [Habitat complex]	Группа типов местообитаний [Habitat type group]
III. Болотные и внутриболотные биотопы [Mire and intra-mire biotopes]	H. Болотные сфагновые [Mire sphagnum]	25. Омбротрофно-сфагновые болота [Ombrotrophic-sphagnum bogs]
		26. Минеротрофно-сфагновые болота [Minerotrophic-sphagnum mires]
	I. Болотные гипново-травяные [Mire hynum-herb]	27. Травяные болота [Grassy mires]
		28. Кустарниково-гигрофильнотравяные болота [Shrub-hygrophilous grass mires]
		29. Травяно-гипновые болота [Grass-hynum mires]
	J. Болотные древесно-травяные и облесенные [Mire woody-herbaceous and forested]	30. Черноольшаники [Black alder forests]
		31. Облесенные ключевые болота [Forested spring fens]
	K. Внутриболотные [Intra-mire]	32. Болотные озера и озерки [Mire lakes and ponds]
		33. Болотные реки и ручьи [Mire rivers and streams]
		34. Заболоченные берега и сплавины [Swampy banks and rafts]
		35. Внутриболотные минеральные острова [Intra-mire mineral islands]

Продолжение табл. 1

<b>Класс местообитаний [Habitat class]</b>	<b>Комплекс местообитаний [Habitat complex]</b>	<b>Группа типов местообитаний [Habitat type group]</b>
IV. Водные и околоводные биотопы [Aquatic and semi-aquatic biotopes]	L. Речные [River]	36. Родники и ручьи [Springs and streams]
		37. Реки и старицы [Rivers and oxbow lakes]
		38. Эстуарии [Estuaries]
	M. Озерные [Lake]	39. Малые озера [Small lakes]
		40. Крупные озера и водохранилища [Large lakes and reservoirs]
		41. Копани [Diggings]
		42. Бобровые пруды [Beaver ponds]
	N. Береговые [Coastal]	43. Незаболоченные берега водоемов и водотоков [Non-swampy banks of reservoirs and watercourses]
		44. Молы [Breakwaters]
		45. Приречные ивняки [Riverine willows]
46. Дюны [Dunes]		
V. Специфические биотопы [Specific biotopes]	O. Геологические [Geological]	47. Петрофитные [Petrophytic]
		48. Обнажения известняка [Limestone outcrops]
		49. Обнажения глины и мергелей [Clay and marl outcrops]
		50. Выходы солевых источников [Salt spring outlets]
		51. Выходы сернистых источников [Sulfur spring outlets]

Класс местообитаний [Habitat class]	Комплекс местообитаний [Habitat complex]	Группа типов местообитаний [Habitat type group]
VI. Антропогенные и полуприродные биотопы [Anthropogenic and semi-natural biotopes]	P. Лесохозяйственные [Forestry]	52. Лесополосы и посадки лесных культур [Forest belts and forest plantings]
	53. Лесные дороги [Forest roads]	
	54. Вырубки [Clearings]	
	55. Зарастающие гари [Overgrown burnt areas]	
	Q. Сельскохозяйственные [Agricultural]	56. Поля [Fields]
	57. Залежи и заброшенные огороды [Fallow lands and abandoned vegetable gardens]	
	58. Возделываемые сеяные луга [Cultivated sown meadows]	
	59. Пастбища [Pastures]	
	60. Садово-огородные участки [Garden plots]	
	R. Рекреационно-декоративные [Recreational and decorative]	61. Селитебные земли [Residential lands]
	62. Парки [Parks]	
	63. Городские кладбища [City cemeteries]	
	64. Сельские и закрытые кладбища [Rural and closed cemeteries]	
	65. Газоны и цветники [Lawns and flower beds]	

Окончание табл. 1

Класс местообитаний [Habitat class]	Комплекс местообитаний [Habitat complex]	Группа типов местообитаний [Habitat type group]
	S. Рудеральные [Ruderal]	66. Проселочные дороги [Country roads]
		67. Городские и шоссейные дороги [City and highway roads]
		68. Железнодорожные линии [Railway lines]
		69. Линии электропередач [Power lines]
		70. Трассы трубопроводов [Pipeline routes]
		71. Техногенно-нарушенные территории [Man-made disturbed areas]
	Т. Карьерные [Quarry]	72. Свалки [Landfills]
		73. Карьеры [Quarries]

### 1. Лесные биотопы

Территория региона относится к средней и южной подзонам Евразийской таежной области, поэтому лесные биотопы являются одними из ключевых [Природа..., 2007]. Леса в области занимают значительные территории, однако многовековая эксплуатация лесных ресурсов привела к снижению степени лесистости. Общая площадь лесного фонда области на начало 2022 г. составляла 11,47 млн га (79,4% территории), средняя лесистость по области – 69%. Однако более заметные изменения отмечаются в возрастном и породном составе лесов. Так, в начале XXI в. доля хвойных снижается до 50–55% (особенно заметно уменьшается доля ели). В настоящее время доля мелколиственных пород вплотную приблизилась к 50%, а преобладающей породой в древостоях уже является береза (более 37%) [Пространственно-временной анализ..., 2024]. Обращает на себя и тот факт, что доля спелых лесов составляет около 50%, при этом доля спелых хвойных (22,4%) ниже, чем таковой

у лиственных (27,7%) [Комплексный..., 2022]. В целом, лесные биотопы в области имеют существенное ценотическое и экологическое разнообразие. Данный класс на основании доминирующих групп древесных пород разбит на четыре комплекса местообитаний, внутри которых деление основано на доминирующей в древесном ярусе породе.

Темнохвойные леса (А) формируют теневыносливые хвойные породы и разделены на ельники (1) [Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957; Гаврилов, Карпов, 1962; Природа..., 2007; Филиппов, Бобров, 2025b] и пихто-ельники (2) [Нешатаев, 1963; Сохранение..., 2011]. В ельниках может преобладать один из видов елей (*Picea abies* (L.) Н. Karst.), *P. obovata* Ledeb., *P. × fennica* (Regel) Ком.), что не изменяет их эдификаторную роль в лесных ландшафтах. Еловые леса распространены в области, особенно в северной ее части (в подзоне средней тайги) [Атлас..., 2007]. Пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) – редкий вид в регионе, находится на западной границе ареала и встречается, в основном, на востоке области, чаще в виде примеси в древостоях еловых и сосново-еловых лесов [Красная..., 2004].

Светлохвойные леса (В) образованы светолюбивыми хвойными древесными породами и включают сосняки (3) и сосново-лиственничники (4). Если сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – это широко распространенный на Европейском Севере вид [Кучеров, 2019], то лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) находится в области на юго-западной границе своего ареала, поэтому встречается локально в северной и северо-восточной части региона, как правило, не формирует чистых древостоев, произрастая единично или группами в сосняках, приурочена к речным долинам и примыкающим участкам к местам выхода / близкого расположения карбонатных пород [Цинзерлинг, 1934; Косицын, 1999; Красная..., 2004].

Мелколиственные и хвойно-мелколиственные (С) представляют собой леса, образованные листопадными (летнезелеными) деревьями с узкими листовыми пластинками (часто в сочетании с хвойными породами). Они (особенно береза) широко представлены в области (чаще в староосвоенных южнотаежных ландшафтах) и имеют устойчивый тренд на дальнейшее увеличение своих площадей (за счет темно- и светлохвойных лесов) в связи с активной лесохозяйственной деятельностью [Пространственно-временной анализ..., 2024]. В этом комплексе выделено пять групп типов местообитаний: осинники (5), березняки (6), сероольшаники (7), экотонные древесно-кустарниковые заросли (рябинники, черемушники, ивняки из древесных ив) (8), хвойные в сочетании с березой или осиной (9). Экотонные древесно-кустарниковые

заросли формируются видами древесных растений, у которых в развитой кроне ствол слабо или вообще не отличим от боковых ветвей. Биотопы этой группы не имеют хозяйственного значения, встречаются локально и на малых площадях, однако обладают явной спецификой (например, в плане эпифитной флоры), поэтому мы решили выделить их в отдельную группу.

Широколиственные и хвойно-широколиственные леса (**D**) характеризуются наличием в древостое широколиственных пород (дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.), клен платановидный (*Acer platanoides* L.), вяз шершавый и гладкий (*Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall.)). Этот комплекс биотопов включает три группы: дубняки (**10**) [Бобров, 1927; Добрынин, Комиссарова, 2012], вязовники (**11**) [Добрынин, Евдокимов, 2016], хвойные в сочетании с липой, вязами, дубом и/или кленом (**12**) [Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957]. Широколиственные древесные растения в области находятся на северной границе ареала, поэтому редко образуют монодоминантные насаждения (как правило, единичные растения, небольшие группы в других типах лесов), чаще встречаются в южной части региона (в подзоне южной тайги), но по долинам рек могут продвигаться далеко на север [Природа..., 2007].

Лесные биоценозы характеризуются одним из наиболее высоких уровней биологического разнообразия, что связано как со значительным разнообразием лесообразующих пород и вариантов пространственного и возрастного строения древостоев, так и с различиями условий произрастания. Сохранение лесных местообитаний направлено на охрану коренных, типичных для области хвойных лесов (в связи с четкой тенденцией замещения их на вторичные мелколиственные) и участков редких и находящихся на границе ареала древесных пород. Однако некоторые редкие для области типы лесных биоценозов, слабо представленные или не представленные вообще в региональной системе охраняемых территорий, продолжают относиться к эксплуатационным лесам и находиться под угрозой исчезновения [Сохранение..., 2011; Zolotova et al., 2023].

Среди «лесных» ООПТ особо выделяются комплексные (ландшафтные) заказники «Атлека», «Верхне-Андомский», «Верденгский», «Верхняя Стрельна», «Верховажский лес», «Верховский лес», «Ёюгский бор», «Ихалицкий», «Колошемский лес», «Нюшменский бор», «Палемский лес», «Сельменгский лес», «Стрелкинский лес», «Шольский лес», «Ярбозерский бор» [Скупинова, Золотова, Бондаренко, 2022]. Данные заказники занимают более 1,2 тыс. га каждый, что позволяет обеспечивать

их устойчивое состояние даже при условии сплошных концентрированных рубок и/или проведения водно-мелиоративных работ на прилегающих к ним территориях [Бобровский, Воробьев, Шевелев, 1990]. Сохранение широколиственных лесных биотопов связано с заказниками «Андогский лес», «Ванская Лука», «Вязы», «Унженский лес», памятниками природы «Вязовый лес “Темный мыс”» и «Вязовый лес “Вёкса”», «Заросли дуба (Дубня)», а местообитаний лиственницы сибирской – с заказниками «Лиственничный бор», «Мельгуновский», «Урочище “Орловская роща”» [Косицын, 1999; Скупинова, Золотова, Бондаренко, 2022].

## *II. Луговые и опушечные биотопы*

Данный класс биотопов включает в себя местообитания, характеризующиеся господством многолетних травянистых растений. Луга приурочены как к долинам рек, так и к материковым участкам, тогда как опушки и лесные поляны располагаются в непосредственной близости от лесных биотопов. По своему генезису большая часть лугов имеет вторичное происхождение (возникли на месте сведенных лесов или осушенных болот), поэтому их существование в значительной мере связано с необходимым постоянным или периодическим антропогенным воздействием. Именно сенокосение и регулируемый выпас скота в течение многих веков формировали растительность луговых сообществ, являясь своеобразным фактором отбора. С изменением режима природопользования структура сообществ смещается в сторону увеличения роли конкурентных высокотравных и древесных растений, выпадению низкорослых многолетних и однолетних трав, снижению видового богатства и разнообразия лугов и к последующей трансформации их в лесные сообщества [Левашов, Филиппов, 2020].

Несмотря на то, что луговые биотопы являются характерным и распространенным типом местообитаний на Европейском Севере, за последние 60–70 лет в регионе наметились тенденции к их деградации и исчезновению (за этот период площадь сенокосов и пастбищ сократилась почти в пять (!) раз: с 16 160 км<sup>2</sup> в 1959 г. до 3281 км<sup>2</sup> в 2022 г.) [Шевелев, Комиссаров, 1994; Комплексный..., 2022], а также к изменению состава, структуры, продуктивности их ценозов. Луговые биотопы в области активно изучали в XX в., в основном с ботанической стороны [Снятков, 1889; Шенников, 1913, 1927; Ильинский, 1916, 1921; Бронзов, 1927; Корякина, 1953; Козлова, 1958, 1966, 1972; Лапин, 1958; Абрамова, 1959; и др.]. Данный класс биотопов разделен (в основном с учетом условий увлажнения) на три комплекса местообитаний.

Гигромезофитные луговые местообитания (Е) характеризуются временно-избыточным увлажнением, формируются в бессточных понижениях рельефа и на пониженных участках разных уровней пойменных экотопов. Растения этих лугов представлены преимущественно гидро-мезофитами, с примесью гемигидрофитов и некоторых эвритопных мезофитов [Классификация..., 2025]. Комплекс включает три группы типов: осоковые и низкотравные заливные и низинные луга (13), крупнозлаковые заливные и низинные луга (14), высокотравные низинные луга (15).

Мезо-ксеромезофитные луговые биотопы (F) формируются на повышенных формах мезорельефа в условиях неустойчивого водного режима, недостатка влаги, на хорошо дренируемых и аэрируемых почвах. Для дифференциации данных лугов главным фактором, помимо почвенного увлажнения, служит почвенный азот, который часто является отражением (существующей или имевшей место ранее) антропогенной нагрузки, прежде всего, в форме внесения удобрений [Знаменский, 2015]. Этот комплекс местообитаний достаточно разнообразен и содержит шесть групп типов: пустошные луга (включая абсолютные суходолы и пустоши) (16), разнотравные луга (17), крупнозлаковые материковые луга (18), купыревые нитрофильные луга (19), суходольные луга на карбонатных почвах (20), одичавшие сеяные луга (21).

Наибольшую сукцессионную устойчивость имеют пустошные луга, что связано с экстремальными условиями среды их обитания. Здесь произрастает ряд редких степных видов, включая тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.), тимофеевку степную (*Phleum phleoides* (L.) Karst.), грыжник голый (*Herniaria glabra* L.), дивалу многолетнюю (*Scleranthus perennis* L.) и др. В последние десятилетия разнотравные луга в большей степени деградировали и уменьшили свое видовое разнообразие, они становятся все более редкими, в то время как купыревые нитрофильные луга, наоборот, стали встречаться чаще (особенно в окрестностях населенных пунктов, в местах с плодородными почвами), хотя при этом они характеризуются невысоким видовым разнообразием. Особое природоохранное значение имеют суходольные луга на карбонатных почвах, т.к. именно они служат основным местом произрастания для целого ряда редких кальцефитных видов, таких как, например, бровник одноclubневой (*Herminium monorchis* (L.) R.Br.), ятрышник шлемоносный (*Orchis militaris* L.), пальцекорник зеленый (*Dactylorhiza viridis* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase), осока волосовидная (*Carex capillaris* L.), осока птиценужковая (*Carex ornithopoda* Willd.). В настоящее время продолжается процесс

увеличения количества одичавших сеяных лугов, которые в существенной степени подвержены постепенному зарастанию древесно-кустарниковой растительностью.

Комплекс экотонно-луговых местообитаний (**G**) включает три группы типов: поляны и опушки светлохвойных лесов (**22**), поляны и опушки темнохвойных и мелколиственных лесов (**23**), травянистые лога в лесных массивах (таволжники) (**24**).

Особый интерес представляют поляны и опушки в сосновых лесах, к которым приурочен целый ряд редких в регионе растений, в частности гроздовники (*Botrychium* Sw.), гвоздика песчаная (*Dianthus arenarius* L.), качим пучковатый (*Gypsophila fastigiata* L.), клевер горный (*Trifolium montanum* L.), молодильник шароносный (*Sempervivum globiferum* L.), прозаннык крапчатый (*Hypochaeris maculata* L.) и др.

В связи с уязвимостью данного класса местообитаний и сокращению занимаемых ими площадей, вопросы их охраны актуальны. Специализированные «луговые» заказники в Вологодской области отсутствуют. Луговые биотопы, разумеется, присутствуют в целом ряде ООПТ, однако специальных мероприятий для поддержания лугов и их видового разнообразия (сенокосение, умеренный выпас скота) не проводится, поэтому, как и на неохраняемых территориях, эти биоценозы продолжают деградировать. В местах концентрации редких видов необходимо создание «луговых» заказников или памятников природы. Такие потенциальные ценные территории выявлены в Бабаевском, Харовском и Верховажском районах (см., например [Находки..., 2024; Verkhovina et al., 2024]).

### III. Болотные и внутриболотные биотопы

Вологодская область достаточно сильно заболочена. Только площадь одних торфяных болот достигает более 24,8 тыс. км<sup>2</sup> (около 17% общей площади региона) [Филоненко, Филиппов, 2013]. Данный класс разделен на основании доминирующей растительности на четыре комплекса местообитаний: болотные сфагновые (**H**), гипново-травяные (**I**), древесно-травяные и облесенные (**J**), внутриболотные (**K**). Внутри комплексов деление было относительно крупным и также сочетало в себе, прежде всего, признаки растительности и водно-минерального питания.

Сфагновые болота разделены на омбротрофно-сфагновые (**25**) и минеротрофно-сфагновые (**26**), т.е. болотные участки и массивы, имеющие атмосферное водно-минеральное питание или смешанное. Облесенные болотными формами сосны [Панов, 2007] биотопы на немелкозалежных торфяных почвах (торфяные залежи более 30 см), включены в эти же

сфагновые местообитания. Гипново-травяные болота представлены травяными (27), кустарниково-гигрофильнотравяными (28) и травяно-гипновыми (29) болотами. К последним, прежде всего, относят уникальные для Вологодской обл. болота аапа типа [Kutenkov, Philippov, 2019a]. Остальные низинные болота в основном отличаются по степени закустаренности [Филиппов, 2008]. В данный комплекс не включены заболоченные леса, которые по доминирующим древесным породам относим к соответствующим группам типов лесных биотопов (в основном, речь идет о ельниках (1), сосняках (3), березняках (6)). Болотные древесно-травяные и облесенные комплексы местообитаний включают черноольшаники (30) [Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957] и облесенные ключевые болота (31). Последние отличаются своеобразным биоразнообразием, богатством редких видов, что связано с напорным грунтовым питанием [Пьявченко, 1963]. Черноольшаники отличаются значительным участием в сложении сообществ болотной (гигрофильной) растительности [Кузьмичев, 1992], как правило, они развиваются на торфяных почвах и способны откладывать черноольховые низинные торфа, поэтому мы склонны считать их болотными биотопами.

Внутриболотный комплекс местообитаний может быть разделен очень дробно (см., например, детальную классификацию гидрографической сети болот [Филиппов, 2023]). Однако был выбран более обобщенный подход, при котором внутриболотные местообитания включают минеральные острова (35) [Галанина, Панов, Филиппов, 2018], водные объекты, которые по степени проточности/застойности воды [Романова, 1961]) подразделяются на болотные озера и озерки (32) и болотные реки и ручьи (33), а также в отдельную группу выделены заболоченные берега и сплавины (34). К последней группе типов отнесены и плавающие острова, которые характерны как для водохранилищ [Денисенков, 1981], так и для малых озер [Жукова, Левашов, Шабунов, 2016; Филиппов, 2023]. Более подробное представление о болотных и внутриболотных биотопах области и их биоразнообразии можно подчерпнуть из целого ряда публикаций [Абрамова, 1965; Денисенков, 1968; Филиппов, 2007, 2008, 2015а, 2015б, 2023 и др.; Филиппов, Бойчук, 2008, 2015; Чемерис, Филиппов, 2010; Зайцева, Филиппов, Лобуничева, 2016; Шабунов, Филиппов, 2016; Kapustin et al., 2016; Ивичева, Филиппов, 2017; Садоков, Филиппов, 2017; Anissimova, Philippov, 2018; Болота..., 2018; Kutenkov, Philippov, 2019a, 2019b; Minor et al., 2019, 2023; Philippov, Yurchenko, 2019, 2020; Ivanova et al., 2020, 2022; Philippov et al., 2021; Rakitin et al., 2022; Пестов, Филиппов, 2022; Филиппов, Бобров, 2024, 2025а и др.].

Разнообразие биотопов этого класса сохраняется на ряде ООПТ, в том числе в Дарвинском государственном природном заповеднике, охраняемом природном комплексе «Онежский», комплексных (ландшафтных) заказниках «Болото Доброозерское», «Заозерский», «Отненский», «Сондугский», «Шиченгский», «Харинский», памятнике природы «Чудотворный источник» и нескольких других [Скупинова, Золотова, Бондаренко, 2022]. Также предложено 15 перспективных для охраны болот, имеющих высокую природоохранную ценность для сохранения болотных и внутриводотных экосистем [Филиппов, 2023].

#### *IV. Водные и околотоводные биотопы*

В области насчитывается шесть крупных водохранилищ, более 4 тыс. озер, около 20 тыс. рек и ручьев [Природа..., 2007], а также разнообразные малые водоемы [Мир..., 2023]. При классификации данного класса сначала выделили береговой комплекс (**N**), а водные по степени проточности/застойности разделили на речные (**L**) и озерные (**M**). В свою очередь, речные подразделены на три группы: родники и ручьи (**36**) [Воробьев, 1997; Бобров, Чемерис, 2006б; Philiprov, Komarova, 2021], реки и старицы (**37**) [Бобров, 1999; Бобров, Чемерис, 2006а, 2012 и др.; Vobrov, Chemeris, 2009; Чемерис, Бобров, Филиппов, 2013; Vobrov et al., 2013; Левашов, Чхобадзе, Филиппов, 2017; Ivicheva et al., 2018; Обзор фауны..., 2019; Ивичева, 2019; Philiprov, Komarova, 2021] и эстуарии (**38**); тогда как озерные – на четыре: малые озера (**39**) [Озерные..., 1981; Краснова, 1999; Лобуничева, 2009; Чемерис, Филиппов, Бобров, 2011; Бобров, Филиппов, 2012; Lobelia..., 2016; Вишняков, Филиппов, 2018; Philiprov et al., 2022; Боровлев, Бобров, Филиппов, 2024], крупные озера и водохранилища (**40**) [Филенко, 1966; Озеро Кубенское..., 1977; Распопов, 1985; Болотова, 1999; Папченков, Козловская, 2002; Пакляшова, 2008; Parchenkov, 2013; Корнева, 2015; Рыбы..., 2015; Филоненко, Комарова, 2015], копани (**41**) [Оценка..., 2013; Филиппов, Бобров, 2016] и бобровые пруды (**42**) [Влияние..., 2005]. Наибольшее внимание в области исследователи уделяли местообитаниям водоемов, нежели водотоков [Филиппов, 2010; Флора..., 2019; Болотова, 2024].

В комплексе береговых местообитаний основную группу составляют незаболоченные берега водоемов и водотоков (**43**). Посчитали уместным в данном случае рассматривать берега без привязки к типу водного объекта (за исключением заболоченных берегов – см. предыдущий класс), что связано со схожим характером растительности, грунтов и близким эколого-гидрологическим режимом. В околотоводные биотопы

помещены особые инженерные сооружения на крупных озерах – молы (44) [Филиппов, Чхобадзе, 2015], а также широко распространенные в области приречные ивняки из кустарниковых ив (45) и дюны (46). Дюны и пляжи, как правило, представляют собой неширокие песчаные полосы берегов крупных озер и рек (но могут встречаться и небольшими участками на иных по размеру водных объектах), обладающие своеобразным комплексом видов [Цинзерлинг, 1925; Паланов, 2008; Кривохатский, 2011].

Водные и околководные объекты имеются в подавляющем большинстве ООПТ, но приоритетность охраны именно этих биотопов определена для ряда малых озер (гидрологические заказники «Ежозерский», «Куштозерский», «Лухтозерский», «Шимозерский»; комплексные (ландшафтные) заказники «Озеро Дружинное», «Янсорский»; памятники природы «Озеро Большое (Волково)», «Озеро Кодозеро», «Озеро Черное»), нескольких водотоков (памятники природы «Девятинский перекop», «Долина ручья Патров», «Участок долины реки Тагажмы», «Водопад “Васькин ключ”»), а также на территории некоторых старинных парков сохранились копани [Скупинова, Золотова, Бондаренко, 2022]. В последние годы были составлены научные обоснования для охраны «Озера Святозеро» (как уникального для региона местообитания ряда реликтовых гидробионтов, включая мизиду реликтовую (*Mysis relicta* Lovén, 1862)) [Filonenko, Ivicheva, Philippov, 2022] и сохранения дельты р. Кубена [Экосистемы..., 2024].

#### V. Специфические биотопы

Данный класс в области представлен комплексом геологических местообитаний (О), в котором (по преобладающей горной породе или минералу) различают четыре основных группы местообитаний: петрофитные (47) [Чхобадзе, Филиппов, 2013; Находки..., 2024], обнажения известняка (48), обнажения глины и мергелей (49) [Шенников, 1914; Орлова, Сергиенко, 1999; Князев, 2005], выходы солевых источников (50) [Кадников, 1927], выходы сернистых источников (51) [Черепанова, 2012]. Данные биотопы имеют локальное распространение и, как правило, высокую хозяйственную и природно-историческую ценность.

По большей части биотопы данного класса в Вологодской области подлежат охране (ледниковые валуны «Лось» и «Утюг»; естественные обнажения на Онежском озере – «Андом-гора»; естественные обнажения мергелей на Нижней Сухоне – «Опоки», «Урочище Стрельна», «Мыс Бык» и несколько других; «Урочище “Бобровский соленый

источник»); «Сернистые источники у д. Шелохачь») [Скупинова, Золотова, Бондаренко, 2022]. Солевые источники в г. Тотьма, с. Варницы, с. им. Бабушкина, некогда имевшие промышленную добычу, в настоящее время используются лишь в целях экологического туризма.

#### *VI. Антропогенные и полуестественные биотопы*

Данный класс включает пять комплексов и 23 группы местообитаний, связанных в своем генезисе и/или развитии с деятельностью человека и поэтому широко представленных в регионе. Комплексы отражают основное предназначение биотопов. Прежде всего, речь идет о лесохозяйственных (**P**) и сельскохозяйственных (**Q**) комплексах местообитаний. Среди первых выделены лесополосы и посадки лесных культур (52) [Белозеров, 1950; Лиогенький, 1964; Андропова, Бабиц, Хамитов, 2021], лесные дороги (включая тропинки, противопожарные барьеры) (53), вырубki (54) [Нилов, 1972; Уланова, 2006], зарастающие гари (55) [Пьявченко, 1955]. Ко вторым же отнесены поля (находящиеся под посевами зерновых, зернобобовых, овощных, кормовых, технических культур, картофеля) (56) [Хантимер, 1938; Белозеров, 1940; Tretyakova et al., 2020 и др.], залежи и заброшенные огороды (57), возделываемые сеяные луга (58) [Лапин, 1957; Виноградова, 1971], пастбища (59) [Шенников, Бологовская, 1927; Улучшение лугов..., 1935; Сажинов, 1958], садово-огородные участки (палисадники, сады, огороды) (60) [Салихов, Сумарокова, 2014, 2016 и др.].

Следующие два комплекса местообитаний данного класса связаны с урбанизацией территорий и характерны, прежде всего, для населенных пунктов [Перфильев, Ширияев, 1914; Чхобадзе, Филиппов, 2015; Левашов, Жукова, Филиппов, 2024; Филиппов, Комарова, Левашов, 2024; Флора..., 2025; Левашов, Новожилова, Филиппов, 2025]. К рекреационно-декоративному комплексу (**R**) отнесены селитебные земли (дворовые территории, обочины улиц в населенных пунктах, участки вдоль заборов, стадионы и спортивные площадки) (61), парки (включая бульвары, скверы, аллеи) (62), городские кладбища (63), сельские и закрытые кладбища (64), газоны и цветники (65).

Рудеральный комплекс местообитаний (**S**) включает семь групп: проселочные дороги (66), городские и шоссеиные дороги (включая их обочины, склоны и придорожные полосы) (67), железнодорожные линии (в том числе полосы отчуждения, откосы, насыпи, погрузочно-разгрузочные площадки, территории железнодорожных станций) (68), линии электропередач (69), трассы трубопроводов (70), техногенно-нарушенные

территории (сюда входят промышленные и складские площадки, строительные пустыри, гаражные кооперативы, шламонакопители) (71), свалки (полигоны твердых бытовых и промышленных отходов, поля фильтрации очистных сооружений, мусорные кучи) (72). Биотопы этих комплексов служат каналом поступления и местом концентрации чужеродных растений (в том числе инвазионных) [Майтулина, 1984; Соколов, Голуб, 1997; Левашов, Чхобадзе, 2008; Кравченко, Фадеева, 2013; Новые и редкие..., 2024, 2025; Флористические находки..., 2025; Новые чужеродные..., 2025; Philippov et al., 2025].

Выделен также комплекс карьерных местообитаний (Т) (связанный с добычей полезных ископаемых) и включает две группы: карьеры (73) и выработанные торфяники (74) [Филиппов, 2012]. Посчитали уместным не делить карьеры более дробно (на песчаные, песчано-гравийные, глиняные), т.к. в данном случае важен именно сходный для разных типов карьеров экскаваторный способ добычи смесей/материалов. В это же время отдельно рассматриваются торфяники, которые представляют собой осушенные болота, подвергающиеся/подвергшиеся добыче торфа преимущественно фрезерным способом. После окончания торфодобычи начинается медленный процесс восстановления торфяно-болотной системы к условно естественному состоянию (если дополнительными мероприятиями эти земли не введены в лесной или сельскохозяйственный оборот) [Панов, 2021].

Антропогенные и полустественные местообитания не во всем их разнообразии, но все же практически постоянно имеются на ООПТ региона, хотя и не являются предметом целенаправленной охраны. Исключением служат разве что лесопосадки, например, сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) – в памятнике природы «Кедровая роща» или целого ряда чужеродных древесно-кустарниковых растений – в памятнике природы «Парк Дудорова», а также аборигенных древесных пород в старинных парках, созданных в XIX в. при дворянских усадьбах [Скупинова, Золотова, Бондаренко, 2022].

## Заключение

Для задач инвентаризации, мониторинга и охраны регионально-го типологического и биологического разнообразия Вологодской области предлагается использовать оригинальную классификацию местообитаний. Данная система распределения биотопов разработана на основе экотопических и геоботанических признаков, с учетом антропогенного воздействия. Классификация иерархическая (трехступенчатая) и на настоящий момент включает 74 группы местообитаний,

объединенных в 20 комплексов местообитаний и шесть классов местообитаний. Все единицы классификации естественны и четко различаются физиономически, из-за чего использование предлагаемой схемы возможно не только профессиональными биологами, но и широким кругом заинтересованных лиц, включая сотрудников различных профильных административных структур, рядовых натуралистов, учащихся и краеведов.

Классификация предназначена для анализа биоразнообразия разных таксономических групп (прежде всего, наиболее изученных в регионе – сосудистых растений, но также и мохообразных, грибов, протистов, беспозвоночных и позвоночных), что позволяет подходить к оценке/анализу территорий/объектов комплексно и с использованием единого и унифицированного для региона подхода. Последнее дает возможность уменьшить субъективность при восприятии и трактовке биотопической информации, представленного в тех же флорах, фаунах или определителях (подобные коллизии проанализированы на одном из примеров в отдельной статье [Флора..., 2019]). Подобный единый взгляд на биологические объекты разных таксономических групп и унифицированный подход к оценке/анализу территорий или отдельных природных объектов уменьшает субъективность подачи и интерпретации результатов, повышает (за счет простоты схемы) эффективность управленческих решений, благоприятствует вовлечению гражданской науки в поисково-исследовательские работы, мониторинговые, природопользовательские и природоохранные инициативы.

Предложенная классификация может развиваться в сторону детализации групп и включения, например, ранга «тип местообитаний». В этом случае рекомендуется добавление буквенного индекса после группы типов. Например, для группы «3. Сосняки» это может выглядеть как 3a – сосняки лишайниковые, 3b – сосняки лишайниково-зеленомошные, 3c – сосняки зеленомошные, 3d – сосняки травяно-зеленомошные, 3e – сосняки кустарничково-сфагново-зеленомошные, 3f – сосняки кустарничково-сфагновые, 3g – сосняки травяно-сфагновые. По всей видимости, низшей единицей классификации должны быть формации (или группы ассоциаций), но не ассоциации, т.к. в противном случае это будет больше напоминать уже не столько классификацию местообитаний, сколько представлять классификацию растительности.

Другим вариантом совершенствования данной системы может служить добавление уровня «микробиотоп» (вероятно, внутри «типов местообитаний»). Он имеет важное значение для описания местообитаний листостебельных мхов, печеночников, лишайников, беспозвоночных, протистов, тогда как для сосудистых растений и особенно

для позвоночных это имеет меньшую степень актуальности. Например, для мохообразных следует одновременно учитывать как тип и характер субстрата (почва, подстилка, кора, комли деревьев, валуны, мхи, гниющая древесина, помет и т.п.), так и нанотопические особенности (кочка, ковер, мочажина и т.п.).

## Библиографический список / References

Абрамова Т.Г. Болота Вологодской области, их районирование и сельскохозяйственное использование // Северо-Запад европейской части СССР. Л., 1965. Вып. 4. С. 65–93. [Abramova T.G. Mires of Vologda Region, their zoning and agricultural use. *Severo-Zapad yevropeiskoi chasti SSSR*. Leningrad, 1965. Is. 4. Pp. 65–93. (In Rus.)]

Абрамова Т.Г. Луга западных районов Вологодской области // Вестник Ленинградского университета. Сер. геологии и географии. 1959. Вып. 2. № 12. С. 78–91. [Abramova T.G. Meadows of western districts of Vologda region. *Vestnik of the Leningrad University. Geology and Geography*. 1959. Is. 2. No. 12. Pp. 78–91. (In Rus.)]

Андропова М.М., Бабич Н.А., Хамитов Р.С. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере Русской равнины. Архангельск, 2021. [Andropova M.M., Babich N.A., Khamitov R.S. Stupenchataya introduktsiya drevesnykh rastenii na severe Russkoi ravniny [Stepwise introduction of woody plants in the North of the Russian Plain]. Arkhangelsk, 2021.]

Атлас Вологодской области / гл. ред. Е.А. Скупинова. СПб.; Череповец, 2007. [Atlas Vologodskoi oblasti [Atlas of the Vologda Region]. E.A. Skupinova (ed.). St. Petersburg; Cherepovets, 2007.]

База данных местообитаний (биотопов) Карелии / А.М. Крышень, А.В. Полевой, Е.П. Гнатюк и др. // Труды Карельского научного центра РАН. 2009. № 4. С. 3–10. [Kryshen A.M., Polevoi A.V., Gnatyuk E.P. et al. Database of habitats (biotopes) of Republic of Karelia. *Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2009. No. 4. Pp. 3–10. (In Rus.)]

Баранова О.Г., Бралгина Е.Н. Классификация городских местообитаний городов Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. № 1. С. 34–39. [Baranova O.G., Bralgina E.N. Classification of urban habitats in towns of the Udmurt Republic. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2015. Vol. 25. No. 1. Pp. 34–39. (In Rus.)]

Белозеров П.И. Сорняки и засоренность полей Вологодского района // Труды Вологодского сельскохозяйственного института. Вып. 1. Вологда, 1940. С. 172–204. [Belozerov P.I. Weeds and weed infestation in fields of the Vologda district. *Trudy Vologodskogo selskokhozyaistvennogo instituta*. Is. 1. Vologda, 1940. Pp. 172–204. (In Rus.)]

Бобров А.А. Флора водотоков Верхнего Поволжья // Ботанический журнал. 1999. Т. 84. № 1. С. 93–104. [Bobrov A.A. Flora of running waters in the Upper Volga Region. *Botanicheskii Zhurnal*. 1999. Vol. 84. No. 1. Pp. 93–104. (In Rus.)]

Бобров А.А., Филиппов Д.А. *Myriophyllum sibiricum* (Haloragaceae) в Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2012. Вып. 3. С. 25–30. [Bobrov A.A., Philippov D.A. *Myriophyllum sibiricum* (Haloragaceae) in Vologda region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2012. Is. 3. Pp. 25–30. (In Rus.)]

Бобров А.А., Чемерис Е.В. Заметки о речных рдестах (*Potamogeton* L., Potamogetonaceae) Верхнего Поволжья // Новости систематики высших растений. 2006а. Т. 38. С. 23–65. [Bobrov A.A., Chemeris E.V. Notes on river pondweeds (*Potamogeton* L., Potamogetonaceae) of the Upper Volga region. *Novosti sistematiki nizhshikh rastenii*. 2006. Vol. 38. Pp. 23–65. (In Rus.)]

Бобров А.А., Чемерис Е.В. Синтаксономический обзор растительных сообществ ручьев, малых и средних рек Верхнего Поволжья // Материалы VI Всерос. шк.-конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2005» (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск, 2006б. С. 116–130. [Bobrov A.A., Chemeris E.V. Syntaxonomic review of plant communities of streams, small and medium-sized rivers of the Upper Volga region. *Proceedings of the VI<sup>th</sup> All-Russian workshop-conf. on aquatic macrophytes «Hydrobotany 2005» (Borok, 11–16 October 2005)*. Rybinsk, 2006. Pp. 116–130. (In Rus.)]

Бобров А.А., Чемерис Е.В. Сообщества макроскопических красных водорослей (*Lemanea fluviatilis*) в реках Верхнего Поволжья и прилегающих территорий // Растительность России. 2012. № 21. С. 25–33. [Bobrov A.A., Chemeris E.V. Communities of macroscopic red algae (*Lemanea fluviatilis*) in rivers of the Upper Volga region and adjacent territories. *Vegetation of Russia*. 2012. No. 21. Pp. 25–33. (In Rus.)]

Бобров Е.Г. О северной границе дуба в пределах Череповецкой губернии // Известия Главного Ботанического Сада. 1927. Т. 26. Вып. 1. С. 26–30. [Bobrov E.G. On the northern boundary of oak within the Cherepovets province. *Izvestiya Glavnogo Botanicheskogo Sada*. 1927. Vol. 26. Is. 1. Pp. 26–30. (In Rus.)]

Бобровский Р.В., Воробьев Г.А., Шевелев Н.Н. Организация сети особо охраняемых природных территорий Вологодской области // Антропогенные преобразования ландшафтов Севера Европейской части СССР. Вологда, 1990. С. 15–25. [Bobrovskiy R.V., Vorobyev G.A., Shevelev N.N. Organization of a network of specially protected natural areas of the Vologda Region. *Antropogennyye preobrazovaniya landshaftov Severa Evropeiskoi chasti SSSR*. Vologda, 1990. Pp. 15–25. (In Rus.)]

Болота вологодской части Вепсской возвышенности / М.Г. Носкова, В.А. Смагин, Д.А. Филиппов, В.П. Денисенков // Известия Русского геогр. общества. 2018. Т. 150. Вып. 4. С. 31–53. DOI: 10.7868/S0869607118040035 [Noskova M.G., Smagin V.A., Philippov D.A., Denisikov V.P. Mires of Vologda part of Vepsskaya upland. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obschestva*. 2018. Vol. 150. Is. 4. Pp. 31–53. (In Rus.). DOI: 10.7868/S0869607118040035]

Болотова Н.Л. Изменение экосистем мелководных северных озер в антропогенных условиях (на примере водоемов Вологодской области): дис. ... д-ра биол. наук. Вологда, 1999. [Bolotova N.L. *Izmeneniye ekosistem melkovodnykh severnykh ozer v antropogennykh usloviyakh (na primere vodoemov Vologodskoi oblasti)*

[Changes in ecosystems of shallow northern lakes under anthropogenic conditions (using the example of reservoirs in the Vologda Region)]. Dr. Hab. dis. Vologda, 1999.]

Болотова Н.Л. Лимнологические исследования в Вологодской области и роль Института озераведения РАН в их становлении // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 5. С. 143–154. DOI: 10.17076/lim1914 [Bolotova N.L. Limnological research in the Vologda region and the role of the Institute of Limnology RAS in its formation. *Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 5. Pp. 143–154. (In Rus.)]

Боровлев И.Ю., Бобров Ю.А., Филиппов Д.А. Экологическое разнообразие озер севера европейской части Российской Федерации (на примере Архангельской и Вологодской областей) // Проблемы региональной экологии. 2024. № 5. С. 29–34. DOI: 10.24412/1728-323X-2024-5-29-34 [Borovlev I.Yu., Bobroff Yu.A., Philippov D.A. Ecological diversity of lakes in the North of the European part of the Russian Federation (on the example of the Arkhangelsk and Vologda regions). *Regional Environmental Issues*. 2024. No. 5. Pp. 29–34. (In Rus.)]

Браславская Т.Ю., Тихонова Е.В. Лесные и кустарниковые местообитания национального парка «Смоленское Поозерье»: к вопросу об использовании классификации EUNIS при инвентаризации биоразнообразия и организации его охраны // Разнообразие растительного мира. 2020. № 1 (4). С. 17–35. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-1-17-35 [Braslavskaya T.Yu., Tikhonova E.V. Forest and shrub habitats within the «Smolenskoe Poozerie» National Park: On the EUNIS habitat classification application for invention and conservation of biodiversity. *Diversity of Plant World*. 2020. No. 1 (4). Pp. 17–35. (In Rus.)]

Бронзов А.Я. Типы лугов по реке Мологе (Геоботанический очерк) // Труды Государственного Лугового института имени проф. В.Р. Вильямса. 1927. Вып. 1. С. 1–88. [Bronzov A.Ya. Types of meadows along the Mologa River (Geobotanical essay). *Trudy Gosudarstvennogo Lugovogo instituta imeni prof. V.R. Vilyamsa*. 1927. Vol. 1. Pp. 1–88. (In Rus.)]

Виноградова Г.А. Динамика травостоя сеяного сенокоса в зависимости от длительности использования, состава травосмесей и удобрения // Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, создание и использование долголетних культурных пастбищ и сенокосов. Вологда; Молочное, 1971. С. 3–16. [Vinogradova G.A. Dynamics of the grass stand of sown hayfields depending on the duration of use, composition of grass mixtures and fertilization. *Povysheniye urozhainosti selskokhozyaistvennykh kultur, sozdaniye i ispolzovaniye dolgoletnikh kulturnykh pastbishch i senokosov*. Vologda; Molochnoe, 1971. Pp. 3–16. (In Rus.)]

Вишняков В.С., Филиппов Д.А. Новые находки харовых водорослей (Charales) на Европейском Севере России // Ботанический журнал. 2018. Т. 103. № 8. С. 1016–1031. DOI: 10.7868/S0006813618080070 [Vishnyakov V.S., Philippov D.A. New records of charophytes (Charales) from the Northern European Russia. *Botanicheskii Zhurnal*. 2018. Vol. 103. No. 8. Pp. 1016–1031. (In Rus.) DOI: 10.7868/S0006813618080070]

Влияние речного бобра на экосистемы малых рек / Н.А. Завьялов, А.В. Крылов, А.А. Бобров и др. М., 2005. [Zavyalov N.A., Krylov A.V., Bobrov A.A. et al.

Vliyaniye rechnogo bobra na ekosistemy malykh rek [Impact of the European Beaver on small river ecosystems]. Moscow, 2005.]

Воробьев Г.А. Исследуем малые реки. Вологда, 1997. [Vorobyev G.A. Issleduyem malyye reki [Exploring small rivers]. Vologda, 1997.]

Гаврилов К.А., Карпов В.Г. Главнейшие типы леса и почвы Вологодской области в районе распространения карбонатной морены // Труды Института леса и древесины Сибирского отделения АН СССР. Т. LII. Типы леса и почвы северной части Вологодской области. М.; Л., 1962. С. 5–118. [Gavrilov K.A., Karpov V.G. The main types of forest and soil of the Vologda region in the area of carbonate moraine distribution. *Trudy Instituta lesa i drevesiny Sibirskogo otdeleniya AN SSSR*. Vol. LII. Types of forest and soil of the northern part of the Vologda Region. Moscow; Leningrad, 1962. Pp. 5–118. (In Rus.)]

Галанина О.В., Панов В.В., Филиппов Д.А. Минеральные внутриболотные острова как элементы болотных ландшафтов // Актуальные вопросы биогеографии: Материалы Междунар. конф. (Санкт-Петербург, Россия, 9–12 октября 2018 г.). СПб., 2018. С. 94–97. [Galanina O.V., Panov V.V., Philippov D.A. Bog mineral islets as elements of mire landscapes. *Aktualnyye voprosy biogeografii: Materialy Mezhdunar. konf. (Sankt-Peterburg, Rossiya, 9–12 oktyabrya 2018 g.)*. St. Petersburg, 2018. Pp. 94–97. (In Rus.)]

Голуб В.Б. Типология земель Л.Г. Раменского и классификация местообитаний EUNIS (ретроспективный взгляд) // Растительность России. 2021. № 41. С. 150–161. DOI: 10.31111/vegus/2021.41.150 [Golub V.B. Land typology by L.G. Ramenskiy and EUNIS habitat classification (retrospective view). *Vegetation of Russia*. 2021. No. 41. Pp. 150–161. (In Rus.). DOI: 10.31111/vegus/2021.41.150]

Денисенков В.П. Болотная растительность юго-восточной части Дарвинского государственного заповедника // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вологда, 1968. Вып. IX. Природные ресурсы Молого-Шекснинской низменности. С. 43–78. [Denisenkov V.P. Mire vegetation of the southeastern part of the Darwin State Nature Reserve. *Trudy Darvinskogo gosudarstvennogo zapovednika*. Is. IX. Natural Resources of the Mologo-Sheksna Lowland. Vologda, 1968. Pp. 43–78. (In Rus.)]

Денисенков В.П. Растительность и торфяная залежь всплывших торфяных островов Рыбинского водохранилища // Вестник Ленинградского университета. Сер. Геология. География. 1981. Вып. 3. № 18. С. 70–77. [Denisenkov V.P. Vegetation and peat of Rybinsk reservoir floated up peat islands. *Vestnik of the Leningrad University. Geology, Geography*. 1981. Is. 3. No. 18. Pp. 70–77. (In Rus.)]

Добрынин А.П., Евдокимов И.В. Геоботанические особенности и продуктивность лесов с участием ильма в Вологодской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2016. № 4 (352). С. 100–111. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.4.100 [Dobrynin A.P., Evdokimov I.V. Geobotanical peculiarities and productivity of the fragmentary elm forests of Vologda Region. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*. 2016. No. 4 (352). Pp. 100–111. (In Rus.). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.4.100]

Добрынин А.П., Комиссарова М.Г. Самые северные дубравы России. Вологда, 2012. [Dobrynin A.P., Komissarova M.G. Samye severnyye dubravyy Rossii [Northernmost oak forests of Russia]. Vologda, 2012.]

Жукова Н.Н., Левашов А.Н., Шабунов А.А. Оценка биологического разнообразия озера Гагарьего и его окрестностей (Верховажский район) с целью организации особо охраняемой природной территории // Сетевое взаимодействие учреждений образования Вологодской области: направления и результаты естественнонаучных исследований / отв. ред. Е.А. Скупинова. Вологда, 2016. С. 88–108. [Zhukova N.N., Levashov A.N., Shabunov A.A. Assessment of biological diversity of Lake Gagarye and its environs (Verkhovazhsky district) for the purpose of organizing a specially protected natural area. *Setevoye vzaimodeistviye uchrezhdeniy obrazovaniya Vologodskoi oblasti: napravleniya i rezultaty yestestvennonauchnykh issledovaniy*. E.A. Skupinov (ed.). Vologda, 2016. Pp. 88–108. (In Rus.)]

Зайцева В.Л., Филиппов Д.А., Лобуничева Е.В. Зоопланктон мочажин верховых болот центральной части Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2016. Вып. 2. С. 4–17. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.201 [Zaytseva V.L., Philippov D.A., Lobunicheva E.V. Zooplankton of raised bogs hollows in the central part of the Vologda Region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2016. Is. 2. Pp. 4–17. (In Rus.). DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.201]

Знаменский С.Р. Растительность ксеромезофитных и мезофитных лугов среднетаежной Карелии: эколого-топологический подход // Труды Карельского научного центра РАН. 2015. № 2. С. 3–15. DOI: 10.17076/eco40 [Znamenskii S.R. Xeromesic and mesic meadow vegetation in southern boreal zone of Karelia: Ecological and topological approach. *Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2015. No. 2. Pp. 3–15. (In Rus.). DOI: 10.17076/eco40]

Ивичева К.Н. Зообентос притоков Верхней Сухоны в условиях антропогенного влияния на их водосборы: дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2019. [Ivicheva K.N. Zoobentos pritokov Verkhnei Sukhony v usloviyakh antropogennogo vliyaniya na ikh vodosbory [Zoobenthos of the Upper Sukhona tributaries under anthropogenic influence on their catchments]. PhD dis. St. Petersburg, 2019].

Ивичева К.Н., Филиппов Д.А. Водные макробеспозвоночные верховых болот центральной части Вологодской области // Труды Карельского научного центра РАН. 2017. № 9. С. 30–45. DOI: 10.17076/eco472 [Ivicheva K.N., Philippov D.A. Aquatic macroinvertebrates of raised bogs in the central part of the Vologda Region, Russia. *Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2017. No. 9. Pp. 30–45. (In Rus.). DOI: 10.17076/eco472]

Ильинский Н.В. Луга в долине реки Кубины (Кадниковский уезд Вологодской губернии). Вологда, 1916. [Ilyinskiy N.V. Luga v doline reki Kubiny (Kadnikovskii uezd Vologodskoi gubernii) [Meadows in the Kubina River Valley (Kadnikovsky District of the Vologda Province)]. Vologda, 1916.]

Ильинский Н.В. Сенокосные угодья по берегам Кубинского озера (Вологодский и Кадниковский уезды). Вологда, 1921. [Ilyinskiy N.V. Senokosnyye ugodya po beregam Kubinskogo ozera (Vologodskii i Kadnikovskii uyezdy) [Grasslands

along the shores of Kubenskoe Lake (Vologda and Kadnikov counties)]. Vologda, 1921.]

Кадников П.А. Тотемский соленосный район и его курортологическое значение. Вологда, 1927. [Kadnikov P.A. Totemskii solenosnyi raion i yego kurortologicheskoye znachenie [The Totemsky salt-filled region and its resort significance]. Vologda, 1927.]

Классификация эколого-ценотических групп растений Вологодской области / Д.А. Филиппов, А.Н. Левашов, Ю.А. Бобров, А.С. Комарова // Социально-экологические технологии. 2025а. Т. 15. № 1. С. 27–65. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-27-65 [Philippov D.A., Levashov A.N., Bobroff Yu.A., Komarova A.S. Classification of ecological-coenotic groups of plants of Vologda Region. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025a. Vol. 15. No. 1. Pp. 27–65. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-27-65]

Князев М.С. Заметки по систематике и хорологии видов рода *Oxytropis* (Fabaceae) на Урале. V. Секция *Orobia* // Ботанический журнал. 2005. Т. 90. № 3. С. 415–422. [Knjasev M.S. Systematic and chorologic notes on the species of the *Oxytropis* (Fabaceae) in the Urals. V. Section *Orobia*. *Botanicheskii Zhurnal*. 2005. Vol. 90. No. 3. Pp. 415–422. (In Rus.)]

Козлова Г.И. Природные сенокосы Харовского района Вологодской области // Вестник Ленинградского университета. Сер. геологии и географии. 1958. Вып. 4. № 24. С. 82–96. [Kozlova G.I. Natural meadows of Vologodski province Kharovsk's district. *Vestnik of the Leningrad University. Geology and Geography*. 1958. Is. 4. No. 24. Pp. 82–96. (In Rus.)]

Козлова Г.И. Химический состав травостоя природных лугов и их урожайность в зависимости от местообитания на северо-востоке Вологодской области // Северо-Запад европейской части СССР. Вып. 5. Л., 1966. С. 125–138. [Kozlova G.I. Chemical composition of natural meadow grassland and its productivity depending on habitat in the north-east of the Vologda Region. *Severo-Zapad yevropeiskoi chasti SSSR*. Is. 5. Leningrad, 1966. Pp. 125–138. (In Rus.)]

Козлова Г.И. Луговая растительность и закономерности ее распределения в связи с экологическими условиями поймы верхнего течения Северной Двины // Северо-Запад европейской части СССР. Вып. 8. Л., 1972. С. 99–116. [Kozlova G.I. Meadow vegetation and patterns of its distribution in connection with the ecological conditions of the floodplain of the upper reaches of the Northern Dvina. *Severo-Zapad yevropeiskoi chasti SSSR*. Leningrad, 1972. Is. 8. Pp. 99–116. (In Rus.)]

Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов Вологодской области. Вып. 27. Вологда, 2022. [Kompleksnyi territorialnyi kadastr prirodnykh resursov Vologodskoi oblasti [Comprehensive territorial cadastre of natural resources of the Vologda Region]. Is. 27. Vologda, 2022.]

Концепция формирования региональных систем особо охраняемых природных территорий (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области). Часть I: Экологические аспекты / Д.Н. Ковалев, Г.А. Носков, М.Г. Носкова и др. // Биосфера. 2012. Т. 4. № 4. С. 427–462. [Kovalev D.N., Noskov G.A., Noskova M.G. et al. A developmental concept for regional networks of protected

areas as applied to Saint Petersburg and Leningrad Oblast. Part I: Ecological aspects. *Biosfera*. 2012. Vol. 4. No. 4. Pp. 427–462. (In Rus.)]

Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. Кострома, 2015. [Korneva L.G. Fitoplankton vodokhranilishch basseina Volgi [Phytoplankton of reservoirs of the Volga River basin]. Kostroma, 2015.]

Королева Н.Е. Основные биотопы северо-таежных лесов и березовых криволинейных Мурманской области: ландшафтное и ботаническое разнообразие, основания для охраны // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2011. Т. 14. № 4. С. 819–832. [Koroleva N.E. Major biotopes of north-taiga and birch forests of the Murmansk Region: Landscape and botanic diversity, grounds for protection. *Vestnik of MSTU*. 2011. Vol. 14. No. 4. Pp. 819–832. (In Rus.)]

Корчагин А.А., Сенянинова-Корчагина М.В. Леса Молого-Шекснинского междуречья (дубняки, черноольшатники и ельники) // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вып. 4. Вологда, 1957. С. 291–402. [Korchagin A.A., Senyaninova-Korchagina M.V. Forests of the Mologo-Sheksna interfluvium (oak forests, black alder forests and spruce forests). *Trudy Darvinskogo gosudarstvennogo zapovednika*. Vol. 4. Vologda, 1957. Pp. 291–402. (In Rus.)]

Корякина В.Ф. Естественные сенокосы Севера и их рациональное использование. М.; Л., 1953. [Koryakina V.F. Yestestvennyye senokosy Severa i ikh ratsionalnoye ispolzovaniye [Natural hayfields of the North and their rational use]. Moscow; Leningrad, 1953.]

Косицын В.Н. Пути сохранения лиственничных корабельных рощ в Вологодской области как памятники природно-исторического ландшафта // Экологические проблемы сохранения исторического и культурного наследия: Материалы Третьей науч.-практ. конф. (Бородино, 28–29 октября 1998 г.). М., 1999. С. 232–236. [Kositsyn V.N. Ways to preserve larch ship groves in the Vologda region as monuments of the natural-historical landscape. *Ekologicheskiye problemy sokhraneniya istoricheskogo i kulturnogo naslediya: Materialy Tretyei nauch.-prakt. konf. (Borodino, 28–29 oktyabrya 1998 g.)*. Moscow, 1999. Pp. 232–236. (In Rus.)]

Кравченко А.В., Фадеева М.А. Новые и редкие виды сосудистых растений для Вологодской области // Ботанический журнал. 2013. Т. 98. № 11. С. 1441–1446. [Kravchenko A.V., Fadeeva M.A. New and rare vascular plant species in Vologda Region. *Botanicheskii Zhurnal*. 2013. Vol. 98. No. 11. Pp. 1441–1446. (In Rus.)]

Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / под ред. Г.Ю. Конечной, Т.А. Сусловой. Вологда, 2004. [Krasnaya kniga Vologodskoi oblasti [Red Data Book of the Vologda Region]. Vol. 2. Plants and Fungi. G.Yu. Konechnaya, T.A. Suslova (eds.). Vologda, 2004.]

Краснова А.Н. Структура гидрофильной флоры техногенно трансформированных водоемов Северо-Двинской водной системы. Рыбинск, 1999. [Krasnova A.N. Struktura gidrofilnoi flory tekhnogenno transformirovannykh vodoemov Severo-Dvinskoi vodnoi sistemy [Structure of hydrophilous flora in waterbodies of the North Dvina water system transformed under technogenic activity]. Rybinsk, 1999.]

Кривохатский В.А. Муравьиные львы (Neuroptera: Myrmeleontidae) России. СПб.; М., 2011. [Krivokhatsky V.A. Muravyinye lvy (Neuroptera: Myrmeleontidae) Rossi. SPb.; M., 2011.]

Rossii [Antlions (Neuroptera: Myrmeleontidae) of Russia]. St. Petersburg, Moscow, 2011.]

Крышень А.М. Систематизация местообитаний и вопросы динамики лесов Восточной Фенноскандии // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 1–4. С. 1033–1038. [Kryshen A.M. Habitat systematisation and the questions of Eastern Fennoscandian forests dynamics. *Izvestia of Samara Scientific Center of the RAS*. 2012. Vol. 14. No. 1–4. Pp. 1033–1038. (In Rus.)]

Кузьмичев А.И. Гигрофильная флора юго-запада Русской равнины и ее генезис. СПб., 1992. [Kuzmichev A.I. Gigrofilnaya flora yugo-zapada Russkoi ravniny i ee genezis [Hygrophilous flora of the Southwest of the Russian Plain and its genesis]. St. Petersburg, 1992.]

Кучеров И.Б. Ценоотическое и экологическое разнообразие светлохвойных лесов средней и северной тайги Европейской России. СПб., 2019. [Kucherov I.B. Tsenoticheskoye i ekologicheskoye raznoobraziye svetlokhvoynykh lesov srednei i severnoi taigi Yevropeiskoi Rossii [Coenotic and ecological diversity of light coniferous forests of the middle and northern taiga of European Russia]. St. Petersburg, 2019.]

Лавриненко И.А. Классификация местообитаний восточноевропейских тундр // Труды Кольского научного центра РАН. 2021. Т. 12. № 6 (9). С. 13–18. DOI: 10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.001 [Lavrinenko I.A. Habitat classification of East-European tundra. *Transactions of the Kola Science Centre*. 2021. Vol. 12. No. 6 (9). Pp. 13–18. (In Rus.). DOI: 10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.001]

Лапин Е.М. Приемы создания культурных лугов и пастбищ на Севере // Ученые записки Вологодского государственного педагогического института. Т. 20, естественно-географический. Вологда, 1957. С. 231–268. [Lapin E.M. Methods of creating cultivated meadows and pastures in the North. *Uchenyye zapiski Vologodskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta*. Vol. 20: Natural-geographical. Vologda, 1957. Pp. 231–268. (In Rus.)]

Лапин Е.М. Многолетние сеяные луга. Вологда, 1958. [Lapin E.M. Mnogoletnie seyanye luga [Perennial sown meadows]. Vologda, 1958.]

Левашов А.Н., Жукова Н.Н., Филиппов Д.А. К флоре малых городов и районных центров Вологодской области: Верховажье // Полевой журнал биолога. 2024. Т. 6. № 2. С. 85–104. [Levashov A.N., Zhukova N.N., Philippov D.A. On the flora of towns and district centers of Vologda Region: Verkhovazhye. *Field Biologist Journal*. 2024. Vol. 6. No. 2. Pp. 85–104. (In Rus.)]

Левашов А.Н., Новожилова И.Н., Филиппов Д.А. К флоре малых городов и районных центров Вологодской области: Кичменгский Городок // Полевой журнал биолога. 2025. Т. 7. № 3. С. 235–253. DOI: 10.52575/2712-9047-2025-7-3-235-253 [Levashov A.N., Novozhilova I.N., Philippov D.A. On the flora of towns and district centers of Vologda Region: Kichmengskiy Gorodok. *Field Biologist Journal*. 2025. Vol. 7. No. 3. Pp. 235–253. (In Rus.) DOI: 10.52575/2712-9047-2025-7-3-235-253]

Левашов А.Н., Филиппов Д.А. *Ophioglossum vulgatum* (Polyodiopsida, Ophioglossaceae) в Вологодской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2020. Т. 14. № 4. С. 524–544. DOI: 10.24411/2072-8816-2020-10086

[Levashov A.N., Philippov D.A. *Ophioglossum vulgatum* (Polypodiopsida, Ophioglossaceae) in the Vologda Region, Russia. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2020. Vol. 14. No. 4. Pp. 524–544. (In Rus.). DOI: 10.24411/2072-8816-2020-10086]

Левашов А.Н., Чхобадзе А.Б. Адвентивная флора Вологды: предварительный анализ путей заноса и систематического разнообразия // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Вологда, 2008. С. 206–210. [Levashov A.N., Czchobadze A.B. Alien flora of Vologda: Preliminary analysis of introduction routes and systematic diversity. *Organisms, populations, ecosystems: The problems and the ways of biodiversity conservation: Proceedings of All-Russian Conf. with international participation*. Vologda, 2008. Pp. 206–210. (In Rus.)]

Левашов А.Н., Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А. Речные старицы как ценный биотоп (предварительные данные по редким растениям Вологодской области) // Вузовская наука – региону: Материалы XV Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Вологда, 2017. С. 364–368. [Levashov A.N., Czchobadze A.B., Philippov D.A. Oxbows as a valuable biotope (preliminary data on rare plants of the Vologda Region). *Vuzovskaya nauka – regionu: Materialy XV Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem*. 28 fevralya 2017 g. Vologda, 2017. Pp. 364–368. (In Rus.)]

Лиогенский Г.Л. Культура ели на концентрированных вырубках // Лесное хозяйство. 1964. № 4. С. 43–44. [Liogenkiy G.L. Spruce culture in concentrated clearings. *Lesnoe khozyaistvo*. 1964. No. 4. Pp. 43–44. (In Rus.)]

Лобуничева Е.В. Зоопланктон малых водоемов разных ландшафтов Вологодской области: дис. ... канд. биол. наук. Вологда, 2009. [Lobunicheva E.V. Zooplankton malykh vodoemov raznykh landshaftov Vologodskoi oblasti [Zooplankton of small water bodies in different landscapes of the Vologda region]. PhD dis. Vologda, 2009.]

Мир малых водоемов / И.В. Башинский, А.А. Прокин, Д.А. Филиппов и др. М., 2023. [Bashinskiy I.V., Prokin A.A., Philippov D.A. et al. *Mir malykh vodoemov [Small ponds world]*. Moscow, 2023.]

Находки охраняемых видов папоротников в Вологодской области за последние 20 лет / А.Н. Левашов, А.Ю. Романовский, Н.Н. Жукова и др. // Разнообразие растительного мира. 2024. № 4 (23). С. 4–26. DOI: 10.22281/2686-9713-2024-4-4-26 [Levashov A.N., Romanovskiy A.Yu., Zhukova N.N. et al. New records of protected species of Pteridophyta in the Vologda Region, Russia, over the last 20 years. *Diversity of Plant World*. 2024. No. 4 (23). Pp. 4–26. (In Rus.). DOI: 10.22281/2686-9713-2024-4-4-26]

Нешатаев Ю.Н. Пихта сибирская на западной границе своего ареала // Ботанический журнал. 1963. Т. 48. № 1. С. 96–98. [Neshatayev Yu.N. *Abies sibirica* Ldb. at the western boundary of its distribution area. *Botanicheskii Zhurnal*. 1963. Vol. 48. No. 1. Pp. 96–98. (In Rus.)]

Нилов В.Н. Типы вырубок южнотаежных еловых лесов Вологодской области // Некоторые вопросы типологии леса и вырубок. Архангельск, 1972. С. 133–170.

[Nilov V.N. Types of felling of southern taiga spruce forests of the Vologda Region. *Nekotoryye voprosy tipologii lesa i vyrubok*. Arkhangelsk, 1972. Pp. 133–170. (In Rus.)]

Новые и редкие виды для флоры Вологодской области / А.Н. Левашов, С.А. Макаров, С.Н. Андреева и др. // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2024. Т. 129. Вып. 6. С. 57–64. DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2024-129-6-59-64 [Levashov A.N., Makarov S.A., Andreeva S.N. et al. New and rare species for the flora of the Vologda Region. *Bulletin Moscow Society of Naturalists. Biological Series*. 2024. Vol. 129. Is. 6. Pp. 59–64. (In Rus.). DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2024-129-6-59-64]

Новые и редкие виды крестоцветных для флоры Вологодской области / А.Н. Левашов, С.А. Макаров, А.В. Платонов и др. // Разнообразие растительного мира. 2025. № 4 (27). С. 16–26. DOI: 10.22281/2686-9713-2025-4-16-26 [Levashov A.N., Makarov S.A., Platonov A.V. et al. New and rare cruciferous species for the flora of the Vologda Region. *Diversity of plant world*. 2025. No. 4 (27). Pp. 16–26. (In Rus.). DOI: 10.22281/2686-9713-2025-4-16-26]

Новые чужеродные виды для флоры Вологодской области (Россия) / Филиппов Д.А., Левашов А.Н., Платонов А.В. и др. // *Turczaninowia*. 2025. Vol. 28. No. 2. С. 79–84. DOI: 10.14258/turczaninowia.28.2.6 [Philippov D.A., Levashov A.N., Platonov A.V. et al. New alien species for the flora of the Vologda Region (Russia). *Turczaninowia*. 2025. Vol. 28. No. 2. Pp. 79–84. (In Rus.). DOI: 10.14258/turczaninowia.28.2.6]

Озерные ресурсы Вологодской области / под ред. А.А. Ляпкиной, Н.Н. Шевелева. Вологда, 1981. [Ozernyye resursy Vologodskoi oblasti [Lake resources of the Vologda Region]. A.A. Lyapkina, N.N. Shevelev (eds.). Vologda, 1981.]

Озеро Кубенское. Ч. II. Гидрохимия, донные отложения, растительные сообщества / под ред. И.М. Распопова. Л., 1977. [Ozero Kubenskoye. Ch. II. Gidrokhiimiya, donnyye otlozheniya, rastitelnyye soobshchestva [Lake Kubenskoye. Part II. Hydrochemistry, bottom sediments, plant communities]. I.M. Raspopov (ed.). Leningrad, 1977.]

Орлова Н.И., Сергиенко В.Г. К флоре мергелевых береговых обнажений реки Сухоны // Ботанический журнал. 1999. Т. 84. № 9. С. 58–64. [Orlova N.I., Sergienko V.G. On the flora of marbank outcrops of the Sukhona River (Vologda Region). *Botanicheskii Zhurnal*. 1999. Vol. 84. No. 9. Pp. 58–64. (In Rus.)]

Оценка экологического состояния малых водоемов / Е.В. Лобуничева, М.Я. Борисов, И.В. Филоненко, Д.А. Филиппов. Вологда, 2013. [Lobunicheva E.V., Borisov M.Ya., Filonenko I.V., Philippov D.A. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya malykh vodoemov [Environmental assessment of small waterbodies]. Vologda, 2013.]

Паκляшова Н.А. Современное состояние и динамика растительного покрова Рыбинского водохранилища (на примере Шекснинского плеса): дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2008. [Paklyashova N.A. Sovremennoye sostoyaniye i dinamika rastitel'nogo pokrova Rybinskogo vodokhranilishcha (na primere Sheksninskogo plesa) [Current state and dynamics of the vegetation cover of the Rybinsk Reservoir (using the Sheksninsky reach as an example)]. PhD dis. Borok, 2008.]

Паланов А.В. Разнообразие флоры и растительность // Сохранение биоразнообразия природных комплексов водосбора Онежского озера на территории Вологодской области / под ред. Н.Л. Болотовой, Н.К. Максutowой, А.А. Шабунова. Вологда, 2008. С. 73–90, 225–233. [Palanov A.V. Flora and vegetation. *Conservation of the biodiversity of natural complexes of drainage area Lake Onega on the territory of the Vologda region*. N.L. Bolotova, N.K. Maksutova, A.A. Shabunov (eds.). Vologda, 2008. Pp. 73–90, 225–233. (In Rus.)]

Панов В.В. Болотные формы *Pinus sylvestris* (Pinaceae) // Ботанический журнал. 2007. Т. 92. № 5. С. 647–659. [Panov V.V. Mire forms of *Pinus sylvestris* (Pinaceae). *Botanicheskii Zhurnal*. 2007. Vol. 92. No. 5. Pp. 647–659. (In Rus.)]

Панов В.В. Восстановление торфяных болот: учебный курс. Тверь; М., 2021. [Panov V.V. *Vosstanovleniye torfyanykh bolot* [Restoration of peat bogs]. Training course. Tver; Moscow, 2021.]

Папченков В.Г., Козловская О.И. Флора водохранилища // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища / под ред. А.С. Литвинова. Ярославль, 2002. С. 181–197, 355–365. [Papchenkov V.G., Kozlovskaya O.I. Flora of reservoir. *Sovremennoye sostoyaniye ekosistemy Sheksninskogo vodokhranilishcha*. A.S. Litvinov (ed.). Yaroslavl, 2002. Pp. 181–197, 355–365. (In Rus.)]

Перфильев И.А., Ширяев Г. Материалы к флоре окрестностей г. Вологды // Труды Общества испытателей природы Харьковского ун-та. 1914. Т. 47. Вып. 1. С. 1–95, 1 л. карт. [Perfilyev I.A., Shirjaev G. Materials on the flora of the environs of Vologda. *Trudy Obshchestva ispytatelei prirody Kharkovskogo universiteta*. 1914. Vol. 47. Is. 1. Pp. 1–95. (In Rus.)]

Пестов С.В., Филиппов Д.А. Структура хортобионтной энтомофауны средне-таежного болота (Вологодская область) // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 2. С. 215–221. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-2-215-221 [Pestov S.V., Philippov D.A. Structure of the plant-inhabiting insect fauna in a middle-taiga mire (Vologda Region, Russia). *Theoretical and Applied Ecology*. 2021. № 2. Pp. 215–221. (In Rus.). DOI: 10.25750/1995-4301-2021-2-215-221]

Пространственно-временной анализ лесопользования в Вологодской области / О.В. Баженова, О.А. Золотова, Е.А. Иванищева, А.Ф. Осолодкина // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2024. Т. 32. № 2. С. 213–226. DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-2 [Bazhenova O.V., Zolotova O.A., Ivanishcheva E.A., Osolodkina A.F. Spatiotemporal analysis of forest management in the Vologda region. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2024. Vol. 32. No. 2. Pp. 213–226. (In Rus.)]

Природа Вологодской области / гл. ред. Г.А. Воробьев. Вологда, 2007. [Priroda Vologodskoi oblasti [Nature of the Vologda Region]. G.A. Vorobyev (ed.). Vologda, 2007.]

Пьявченко Н.И. Условия заболачивания еловых лесов и гарей по наблюдениям в Великолукской и Вологодской областях // Труды Института леса АН СССР. Т. 26. Материалы по изучению заболоченных лесов и торфяников в связи с их использованием в сельском хозяйстве. М., 1955. С. 17–61. [Piavchenko N.I. Conditions of spruce forest and burnt-out mire formation based on observations in the Velikiye Luki and Vologda Regions. *Trudy Instituta lesa AN SSSR*. Vol. 26.

Materials on the study of mire forests and peatlands in connection with their use in agriculture. Moscow, 1955. Pp. 17–61. (In Rus.)]

Пьявченко Н.И. Лесное болотоведение (Основные вопросы) М., 1963. [Piyavchenko N.I. Lesnoye bolotovedeniye (Osnovnyye voprosy) [Forest mire science (Key issues)]. Moscow, 1963.]

Рабочая группа по экологическим сетям Северной Евразии (РГЭССЕ). Информационные материалы по экологическим сетям. Вып. 4. М., 2000. [Rabochaya gruppa po ekologicheskim setyam Severnoy Evrazii (RGESSE). Informatsionnye materialy po ekologicheskim setyam [Working Group on Ecological Networks of Northern Eurasia (WGENE). Information materials on ecological networks]. Is. 4. Moscow, 2000.]

Расповов И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Л., 1985. [Raspopov I.M. Vysshaya vodnaya rastitelnost bolshikh ozer Severo-Zapada SSSR [Higher aquatic vegetation of large lakes in the Northwest USSR]. Leningrad, 1985.]

Растительность и биотопы национального парка «Нарочанский» с картой наземной растительности (М 1 : 60 000) и картой биотопов (М 1 : 60 000) / Д.Г. Груммо, Р.В. Цвирко, Е.Я. Куликова и др.. Мн., 2017. [Grummo D.G., Tsvirko R.V., Kulikova E.Ya. et al. Rastitelnost i biotopy natsionalnogo parka «Narochanskiy» s kartoi nazemnoi rastitelnosti (M 1 : 60 000) i kartoi biotopov (M 1 : 60 000) [Vegetation and biotopes of the National Park “Narochansky” with a map of terrestrial vegetation (M 1 : 60 000) and a map of biotopes (M 1 : 60 000)]. Minsk, 2017.]

Романова Е.А. Геоботанические основы гидрологического изучения верховых болот (с использованием аэрофотосъемки). Л., 1961. [Romanova E.A. Geobotanicheskiye osnovy gidrologicheskogo izucheniya verkhovykh bolot (s ispolzovaniyem aerofotosemki) [Geobotanical foundations of the hydrological study of raised bogs (using aerial photography)]. Leningrad, 1961.]

Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология / под ред. Ю.В. Герасимова. Ярославль, 2015. [Ryby Rybinskogo vodokhranilishcha: populyatsionnaya dinamika i ekologiya [Fishes of the Rybinsk Reservoir: population dynamics and ecology]. Yu.V. Gerasimov (ed.). Yaroslavl, 2015.]

Садоков Д.О., Филиппов Д.А. О зарастании болотных озер Дарвинского государственного заповедника // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2017. Вып. 79 (82). С. 183–188. DOI: 10.24411/0320-3557-2017-10062 [Sadokov D.O., Philippov D.A. On overgrowing of mire lakes in Darvinskiy State Reserve. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. 2017. Is. 79 (82). Pp. 183–188. (In Rus.). DOI: 10.24411/0320-3557-2017-10062]

Сажинов Г.И. Долголетние культурные пастбища. Вологда, 1958. [Sazhinov G.I. Dolgoletniye kulturnyye pastbishcha [Long-term cultivated pastures]. Vologda, 1958.]

Обзор фауны водных, полуводных и амфибиотических жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Вологодской области (Россия) с приведением новых находок для региона / А.С. Сажнев, К.Н. Ивичева, А.С. Комарова, Д.А. Филиппов // Евразийский энтомологический журнал. 2019. Т. 18. № 1. С. 60–74.

DOI: 10.15298/euroasentj.18.1.08 [Sazhnev A.S., Ivicheva K.N., Komarova A.S., Philippov D.A. A review of aquatic, semi-aquatic and amphibiotic beetles (Insecta: Coleoptera) of Vologodskaya Oblast, Russia. *Euroasian Entomological Journal*. 2019. Vol. 18. No. 1. Pp. 60–74. (In Rus.). DOI: 10.15298/euroasentj.18.1.08]

Салихов М.М., Сумарокова Т.Б. Продуктивность земляники в зависимости от сорта // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 45. С. 158–163. [Salikhov M.M., Sumarokova T.B. Strawberry productivity depending on variety. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2016. Vol. 45. Pp. 158–163. (In Rus.)]

Салихов М.М., Сумарокова Т.Б. Продуктивность сортов облепихи в условиях Вологодской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 40. № 1. С. 279–284. [Salikhov M.M., Sumarokova T.B. Productivity of sea buckthorn varieties in the Vologda Region. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2014. Vol. 40. No. 1. Pp. 279–284. (In Rus.)]

Сенатор С.А., Саксонов С.В. Рабочая схема местообитаний растений Самарско-Ульяновского Поволжья // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов. Материалы XIII Междунар. ландшафтной конф. Т. 2. М., 2018. С. 291–292. [Senator S.A., Saksonov S.V. Working scheme of plant habitats of the Samara-Ulyanovsk Volga region. *Sovremennoye landshaftno-ekologicheskoye sostoyaniye i problemy optimizatsii prirodnoy sredy regionov. Materialy XIII Mezhdunar. landshaftnoy konf.* Vol. 2. Moscow, 2018. Pp. 291–292. (In Rus.)]

Скупинова Е.А., Золотова О.А., Бондаренко Д.А. Особо охраняемые природные территории Вологодской области (уникальные ландшафты). Череповец, 2022. [Skupinova E.A., Zolotova O.A., Bondarenko D.A. Osobo okhranyayemyye prirodnyye territorii Vologodskoi oblasti (unikalnyye landshafty) [Specially protected natural areas of the Vologda region (unique landscapes)]. Cherepovets, 2022.]

Снятков А. Ботаническое исследование заливных лугов в долинах Северной Двины и Вычегды. Вологда, 1889. [Snyatkov A. Botanicheskoye issledovanie zalivnykh lugov v dolinakh Severnoi Dviny i Vychehgy [Botanical study of flood meadows in the valleys of the Northern Dvina and Vychegda rivers]. Vologda, 1889.]

Соколов Д.Д., Голуб В.Б. Новые и редкие для Вологодской области заносные растения (Пров. Вологда) // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 1997. Т. 102. Вып. 3. С. 66. [Sokolov D.D., Golub V.B. New and rare alien plants for the Vologda Province. *Bulletin Moscow Society of Naturalists. Biological Series*. 1997. Vol. 102. Is. 3. Pp. 66. (In Rus.)]

Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / под ред. К.Н. Кобякова. СПб., 2011. [Sokhraneniye tsennykh prirodnykh territorii Severo-Zapada Rossii. Analiz reprezentativnosti seti OOPT Arkhangel'skoi, Vologodskoi, Leningradskoi i Murmanskoi oblastei, Respubliki Karelii, Sankt-Peterburga [Mapping of high conservation value areas in Northwestern Russia:

Gap-analysis of the protected areas network in the Murmansk, Leningrad, Arkhangelsk, Vologda, and Karelia regions, and the city of Saint-Petersburg]. K.N. Kobayakov (ed.). St. Petersburg, 2011.]

Уланова Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере Европейской части России): дис. ... д-ра биол. наук. М., 2006. [Ulanova N.G. Vosstanovitel'naya dinamika rastitel'nosti sploshnykh vyrubok i massovykh vetrovalov v yelnikakh yuzhnoi taigi (na primere Yevropeiskoi chasti Rossii) [Restoration dynamics of vegetation after clear-cuts and mass windfalls in spruce forests of the southern taiga (based on the European part of Russia)]. Dr. Hab. dis. Moscow, 2006.]

Улучшение лугов и пастбищ и их использование / Н.В. Ильинский, Н.А. Пономарев, И.В. Скворцов, Ф.И. Иванов. Архангельск, 1935. [Ilyinskiy N.V., Ponomarev N.A., Skvortsov I.V., Ivanov F.I. Uluchsheniye lugov i pastbishch i ikh ispolzovaniye [Improvement of meadows and pastures and their use]. Arkhangelsk, 1935.]

Филенко Р.А. Воды Вологодской области. Л., 1966. [Filenko R.A. Vody Vologodskoi oblasti [Waters of the Vologda Region]. Leningrad, 1966.]

Филиппов Д.А. Флора и растительность болот // Природа Вологодской области / гл. ред. Г.А. Воробьев. Вологда, 2007. С. 218–226. [Philippov D.A. Flora i rastitel'nost bolot [Flora and vegetation of mires]. *Priroda Vologodskoi oblasti*. G.A. Vorobyev (ed.). Vologda, 2007. Pp. 218–226. (In Rus.)]

Филиппов Д.А. Структура и динамика экосистем пойменных болот бассейна Онежского озера (Вологодская область): дис. ... канд. биол. наук. Вологда, 2008. [Philippov D.A. Struktura i dinamika ekosistem poimennykh bolot basseina Onezhskogo ozera (Vologodskaya oblast) [Structure and dynamics of floodplain mire ecosystems of Lake Onega basin (Vologda Region)]. PhD dis. Vologda, 2008.]

Филиппов Д.А. Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель). Вологда, 2010. [Philippov D.A. Rastitelnyi pokrov, pochvy i zhivotnyi mir Vologodskoi oblasti (retrospektivnyi bibliograficheskii ukazatel) [Plants, soils and animals of the Vologda Region (retrospective bibliographical index)]. Vologda, 2010.]

Филиппов Д.А. Флора выработанных торфяников центральной части Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докл. XIX Всерос. молодежной науч. конф. (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 2–6 апреля 2012 г.). Сыктывкар, 2012. С. 55–57. [Philippov D.A. Flora of developed peatlands in the central part of the Vologda Region. *Aktualnyye problemy biologii i ekologii: Materialy dokl. XIX Vseros. molodezhnoi nauch. konf. (Syktyvkar, Respublika Komi, Rossiya, 2–6 aprelya 2012 g.)*. Syktyvkar, 2012. Pp. 55–57. (In Rus.)]

Филиппов Д.А. *Oxycoccus microcarpus* (Ericaceae) в Вологодской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015а. Т. 9. № 3. С. 135–144. DOI: 10.24411/2072-8816-2015-10024 [Philippov D.A. *Oxycoccus microcarpus* (Ericaceae) in the Vologda Region. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2015а. Vol. 9. No. 3. Pp. 135–144. (In Rus.). DOI: 10.24411/2072-8816-2015-10024]

Филиппов Д.А. Флора Шиченгского водно-болотного угодья (Вологодская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015б. Т. 9. № 4. С. 86–117. DOI: 10.24411/2072-8816-2015-10033 [Philippov D.A. Flora of wetland “Shichengskoe” (Vologda Region, Russia). *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2015b. Vol. 9. No. 4. Pp. 86–117. (In Rus.). DOI: 10.24411/2072-8816-2015-10033]

Филиппов Д.А. Структура и системная организация гидробиоценозов болот: дис. ... д-ра биол. наук. Борок, 2023. [Philippov D.A. *Struktura i sistemnaya organizatsiya gidrobiotsenozov bolot* [Structure and systemic organization of hydrobiocenoses of mires]. Dr. Hab. dis. Borok, 2023.]

Филиппов Д.А., Бобров Ю.А. Флора малых водоемов города Вологды и анализ ее структуры // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2016. № 4 (20). С. 32–44. [Philippov D.A., Bobrov Yu.A. Flora of small reservoirs of Vologda city and its structure. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University*. 2016. No. 4 (20). Pp. 32–44. (In Rus.)]

Филиппов Д.А., Бобров Ю.А. *Drosera anglica* Huds. в Вологодской области: морфология, экология, распространение и вопросы охраны // Социально-экологические технологии. 2024. Т. 14. № 1. С. 70–107. DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-1-70-107 [Philippov D.A., Bobrov Yu.A. *Drosera anglica* Huds. in Vologda region: Morphology, ecology, distribution and protection issues. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2024. Vol. 14. No. 1. Pp. 70–107. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-1-70-107]

Филиппов Д.А., Бобров Ю.А. *Ligularia sibirica* (L.) Cass. (Asteraceae) в Вологодской области, Россия // Полевой журнал биолога. 2025а. Т. 7. № 2. С. 125–147. DOI: 10.52575/2712-9047-2025-7-2-125-147 [Philippov D.A., Bobrov Yu.A. *Ligularia sibirica* (L.) Cass. (Asteraceae) in the Vologda Region, Russia. *Field Biologist Journal*. 2025. Vol. 7. No. 2. Pp. 125–147. (In Rus.). DOI: 10.52575/2712-9047-2025-7-2-125-147]

Филиппов Д.А., Бобров Ю.А. Эколого-биологические особенности *Cornus suecica* (Cornaceae) в Вологодской области // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. 2025б. № 4 (80). С. 194–207. DOI: 10.26456/vtbio440 [Philippov D.A., Bobrov Yu.A. Ecological and biological features of *Cornus suecica* (Cornaceae) in the Vologda Region, Russia. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2025. No. 4 (80). Pp. 194–207. (In Rus.). DOI: 10.26456/vtbio440]

Филиппов Д.А., Бойчук М.А. К флоре мхов болот бассейна Онежского озера в пределах Вологодской области // Ботанический журнал. 2008. Т. 93. № 4. С. 553–561. [Philippov D.A., Boychuk M.A. The moss flora in the mires of Onega Lake basin within the Vologda Region. *Botanicheskii Zhurnal*. 2008. Vol. 93. No. 4. Pp. 553–561. (In Rus.)]

Филиппов Д.А., Бойчук М.А. Мхи Шиченгского ландшафтного заказника (Вологодская область) // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер.: Естеств. науки. 2015. № 2. С. 80–89. [Philippov D.A., Boychuk M.A. Mosses of the Shichengskiy Landscape Reserve (Vologda Region).

*Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Ser.: Natural Sciences.* 2015. No. 2. Pp. 80–89. (In Rus.)]

Филиппов Д.А., Комарова А.С., Левашов А.Н. К флоре малых городов и районных центров Вологодской области: Тарногский Городок // Полевой журнал биолога. 2024. Т. 6. № 4. С. 326–342. DOI: 10.52575/2712-9047-2024-6-4-326-342 [Philippov D.A., Komarova A.S., Levashov A.N. On the flora of towns and district centers of the Vologda Region: Tarnogskiy Gorodok. *Field Biologist Journal.* 2024. Vol. 6. No. 4. Pp. 326–342. (In Rus.). DOI: 10.52575/2712-9047-2024-6-4-326-342]

Филиппов Д.А., Чхобадзе А.Б. Макрофиты в вологодской части Онежского озера // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 2. С. 155–160. [Philippov D.A., Czchobadze A.B. Macrophytes in the Vologda region part of lake Onega. *Samarskaya Luka: Problems of Regional and Global Ecology.* 2015. Vol. 24. No. 2. Pp. 155–160. (In Rus.)]

Филоненко И.В., Комарова А.С. Многолетняя динамика площади зарастания прибрежно-водной растительностью оз. Воже // Принципы экологии. 2015. Т. 4. № 4 (16). С. 63–72. DOI: 10.15393/j1.art.2015.4622 [Filonenko I.V., Komarova A.S. Long-term dynamics of the area of overgrowth of coastal aquatic vegetation in Lake Vozhe. *Principles of Ecology.* 2015. Vol. 4. No. 4(16). Pp. 63–72. (In Rus.). DOI: 10.15393/j1.art.2015.4622]

Филоненко И.В., Филиппов Д.А. Оценка площади болот Вологодской области // Труды Инсторфа. 2013. № 7 (60). С. 3–11. [Filonenko I.V., Philippov D.A. Estimation of the area of mires in the Vologda Region. *Trudy Instorfa.* 2013. No. 7 (60). Pp. 3–11. (In Rus.)]

Флора водоемов Волжского бассейна: дополнения и уточнения по Вологодской области / А.М. Чернова, А.Б. Чхобадзе, А.Н. Левашов, Д.А. Филиппов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28. № 1. С. 40–54. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10180 [Chernova A.M., Czchobadze A.B., Levashov A.N., Philippov D.A. Flora of waterbodies of the Volga River Basin: Additions and updates on the Vologda Region, Russia. *Samarskaya Luka: Problems of Regional and Global Ecology.* 2019. Vol. 28. No. 1. Pp. 40–54. (In Rus.)]

Флора города Бабаево (Вологодская область) / А.Н. Левашов, С.Н. Андреева, А.В. Платонов, Д.А. Филиппов // Разнообразие растительного мира. 2025. № 2 (25). С. 16–34. DOI: 10.22281/2686-9713-2025-2-16-34 [Levashov A.N., Andreeva S.N., Platonov A.V., Philippov D.A. Flora of the Babaevo Town (Vologda Region). *Diversity of Plant World.* 2025. No. 2(25). Pp. 16–34. (In Rus.). DOI: 10.22281/2686-9713-2025-2-16-34]

Флористические находки в Вологодской области / А.Н. Левашов, С.А. Макаров, А.С. Комарова, Д.А. Филиппов // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2025. Т. 19. № 1. С. 80–98. DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-1-80-98 [Levashov A.N., Makarov S.A., Komarova A.S., Philippov D.A. Floristic records in the Vologda region. *Phytodiversity of Eastern Europe.* 2025. Vol. 19. No. 1. Pp. 80–98. (In Rus.). DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-1-80-98]

Хантимер И.С. Очерк сорно-полевой растительности Кичменгско-Городецкого района // Труды северной базы АН СССР. Вып. 3. М.; Л., 1938. С. 67–82. [Khantimer I.S. Essay on weed-field vegetation of Kichmengsko-Gorodetsky district. *Trudy severnoy bazy AN SSSR*. Vol. 3. Moscow; Leningrad, 1938. Pp. 67–82. (In Rus.)]

Цинзерлинг Ю.Д. География растительного покрова Северо-Запада Европейской части СССР // Труды Геоморфологического института АН СССР. Сер. физико-геогр. Вып. 4. Л., 1934. С. 1–377. [Tsinzerling Yu.D. Geography of vegetation cover of the Northwest of the European part of the USSR. *Trudy Geomorfologicheskogo instituta AN SSSR. Ser. fiziko-geogr.* Vol. 4. Leningrad, 1934. Pp. 1–377. (In Rus.)]

Цинзерлинг Ю.Д. Растения морских побережий на берегах озер Северо-Запада СССР // Журнал Русского Ботанического общества. 1925. Т. 10. № 3–4. С. 355–374. [Tsinzerling Yu.D. Plants of the sea coasts on the shores of lakes in the North-West of the USSR. *Zhurnal Russkogo Botanicheskogo obshchestva*. 1925. Vol. 10. No. 3–4. Pp. 355–374. (In Rus.)]

Чемерис Е.В., Бобров А.А., Филиппов Д.А. Харовые водоросли (Charophyta) водотоков Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2013. Вып. 1. С. 45–53. [Chemeris E.V., Bobrov A.A., Philippov D.A. Stoneworts (Charophyta) of watercourses in Vologda region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2013. Is. 1. Pp. 45–53. (In Rus.)]

Чемерис Е.В., Филиппов Д.А. *Batrachospermum turfosum* (Batrachospermaceae, Rhodophyta) в водотмах верховых болот Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2010. Вып. 3. С. 49–53. [Chemeris E.V., Philippov D.A. *Batrachospermum turfosum* (Batrachospermaceae, Rhodophyta) in waterbodies of raised bog of the Vologda Region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2010. Is. 3. Pp. 49–53. (In Rus.)]

Чемерис Е.В., Филиппов Д.А., Бобров А.А. Харовые водоросли (Charophyta) водоемов Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2011. Вып. 3. С. 37–42. [Chemeris E.V., Philippov D.A., Bobrov A.A. Stoneworts (Charophyta) of water bodies in Vologda region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2011. Is. 3. Pp. 37–42. (In Rus.)]

Черепанова Е.Н. Сероводородные источники в окрестностях деревни Лукинское (Кирилловский район) // Молодые исследователи – регионам: материалы всерос. науч. конф. Т. 1. Вологда, 2012. С. 399–400. [Cherepanova E.N. Hydrogen sulfide springs in the vicinity of the village of Lukinskoye (Kirillovsky district). *Molodyye issledovateli – regionam: materialy vseros. nauch. konf.* Vologda, 2012. Vol. 1. Pp. 399–400. (In Rus.)]

Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А. Обрастания эрратического валуна «Пирамида» (Вытегорский район, Вологодская область) // Вестник Вологодского государственного педагогического университета. 2013. № 5. С. 56–61. [Chxobadze A.B., Philippov D.A. Biofouling of the erratic boulder “Pyramida” (Vytegra district, Vologda region). *Vestnik Vologodskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2013. No. 5. Pp. 56–61. (In Rus.)]

Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А. Материалы к флоре городов и районных центров Вологодской области: Вытегра // Успехи современного естествознания. 2015. № 3. С. 160–168. [Czkhobadze A.B., Philippov D.A. 2015. Materials on the flora of the towns and district centres of the Vologda Region: Vytegra. *Advances in Current Natural Sciences*. 2015. No. 3. Pp. 160–168. (In Rus.)]

Шабунов А.А., Филиппов Д.А. Птицы Крестенского болота (Вытегорский район, Вологодская область) // Русский орнитологический журнал. 2016. Т. 25. Вып. 1379. С. 4889–4897. [Shabunov A.A., Philippov D.A. Birds of the Krestenskoe bog (Vytegra district, Vologda region). *Russian Ornithological Journal*. 2016. Vol. 25. Is. 1379. Pp. 4889–4897. (In Rus.)]

Шевелев Н.Н., Комиссаров В.В. Природопользование и экологические проблемы Вологодской области. Вологда, 1994. [Shevelev N.N., Komissarov V.V. Prirodopolzovaniye i ekologicheskiye problemy Vologodskoi oblasti [Nature management and environmental problems of the Vologda region]. Vologda, 1994.]

Шенников А.П. Аллювиальные луга в долинах р.р. Северной Двины и Сухоны в пределах Вологодской губернии // Материалы по организации и культуре кормовой площади. Вып. 6. СПб., 1913. С. 1–85. [Shennikov A.P. Alluvial meadows in the valleys of the Northern Dvina and Sukhona rivers within the Vologda province. *Materialy po organizatsii i kulture kormovoi ploshchadi*. Vol. 6. St. Petersburg, 1913. Pp. 1–85. (In Rus.)]

Шенников А.П. К флоре Вологодской губернии // Труды Императорского Петроградского Общества естествоиспытателей. 1914. Т. 44–45. Вып. 1. Отд. ботаники. С. 1–183. [Shennikov A.P. K flore Vologodskoi gubernii [To the flora of the Vologda province]. *Trudy Imperatorskogo Petrogradskogo Obshchestva yestestvoispytatelei*. 1914. Vol. 44–45. Is. 1. Otd. botaniki. Pp. 1–183. (In Rus.)]

Шенников А.П. Фенологические спектры растительных сообществ // Труды Вологодской Областной Сельско-Хозяйственной Опытной Станции. Вып. II. Вологда, 1927. С. 1–22. [Shennikov A.P. Phenological spectra of plant communities. *Trudy Vologodskoi Oblastnoi Selsko-Khozyaistvennoi Opytnoi Stantsii*. Vol. II. Vologda, 1927. Pp. 1–22. (In Rus.)]

Шенников А.П., Бологовская Р.П. Введение в геоботаническое обоснование организации пастбищ на севере // Труды Вологодской Областной Сельско-Хозяйственной Опытной Станции. Вып. 1. Вологда, 1927. С. 1–122. [Shennikov A.P., Bologovskaya R.P. Introduction to the geobotanical justification of pasture organization in the North. *Trudy Vologodskoi Oblastnoi Selsko-Khozyaistvennoi Opytnoi Stantsii*. Vol. 1. Vologda, 1927. Pp. 1–122. (In Rus.)]

Экосистемы бассейна реки Кубены / под ред. Н.Л. Болотовой, Д.А. Филиппова. Вологда, 2023. [Ekosistemy basseina reki Kubeny [Ecosystems of the Kubena River basin]. N.L. Bolotova, D.A. Philippov (eds.). Vologda, 2023.]

Anissimova O.V., Philippov D.A. *Euastrum kossinskiae*: A new species of desmid from the aapa mire of the Vologda Region (European Russia). *Phytotaxa*. 2018. Vol. 376. No. 1. Pp. 77–80. DOI: 10.11646/phytotaxa.376.1.8

Bobrov A.A., Chemeris E.V. Pondweeds (*Potamogeton*, Potamogetonaceae) in river ecosystems in the North of European Russia. *Doklady Biological Sciences*. 2009. Vol. 425. Pp. 167–170.

Bobrov A.A., Zalewska-Gałosz J., Chemeris E.V. *Potamogeton* × *clandestinus* (*P. crispus* × *P. natans*, Potamogetonaceae), a new natural pondweed hybrid discovered in Europe. *Phytotaxa*. 2013. Vol. 149. No. 1. Pp. 31–49. DOI: 10.11646/phytotaxa.149.1.5

Chytrý M., Tichý L., Hennekens S. et al. EUNIS Habitat classification: Expert system, indicator species, and distribution maps of European habitats. *Applied Vegetation Science*. 2020. Vol. 23. Is. 4. Pp. 648–675. DOI: 10.1111/avsc.12519

Filonenko I.V., Ivicheva K.N., Philippov D.A. New record of *Mysis relicta* (Malacostraca, Mysidae) in the Volga River Basin, Russia. *Inland Water Biology*. 2022. Vol. 15. No. 5. Pp. 531–538. DOI: 10.1134/S1995082922050066

Ivanova A.A., Beletsky A.V., Rakitin A.L. et al. Closely located but totally distinct: Highly contrasting prokaryotic diversity patterns in raised bogs and eutrophic fens. *Microorganisms*. 2020. Vol. 8. Is. 4. Art. 484. DOI: 10.3390/microorganisms8040484

Ivanova A.A., Oshkin I.Y., Danilova O.V. et al. Rokubacteria in northern peatlands: Habitat preferences and diversity patterns. *Microorganisms*. 2022. Vol. 10. Is. 1. Art. 11. DOI: 10.3390/microorganisms10010011

Ivicheva K.N., Makarenkova N.N., Zaytseva V.L., Philippov D.A. Influence of flow velocity, river size, a dam, and an urbanized area on biodiversity of lowland rivers. *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26. No. 4. Pp. 292–302. DOI: 10.15421/011844

Kapustin D.A., Philippov D.A., Gusev E.S. Four new chrysophycean stomatocysts with true complex collar from the Shichenskoe raised bog in Central Russia. *Phytotaxa*. 2016. Vol. 288. No. 3. Pp. 285–290. DOI: 10.11646/phytotaxa.288.3.10

Kutenkov S.A., Philippov D.A. Aapa mire on the southern limit: A case study in Vologda Region (north-western Russia). *Mires and Peat*. 2019a. Vol. 24. Art. 10. DOI: 10.19189/Map.2018.OMB.355

Kutenkov S.A., Philippov D.A. The structure and dynamics of the vegetation of Gladkoe Mire in the upper reaches of the sinking Uzhla River (Vologda Region). *Ecosystem Transformation*. 2019b. Vol. 2. No. 3. Pp. 32–46. DOI: 10.23859/estr-190418

*Lobelia dortmanna* (Lobeliaceae) в Вологодской области / Д.А. Филиппов, Ю.А. Бобров, А.Б. Чхобадзе, А.Н. Левашов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2016. Вып. 1. С. 84–99. DOI: 10.21638/spbu03.2016.106 [Philippov D.A., Bobroff Yu.A., Czobadze A.B., Levashov A.N. *Lobelia dortmanna* (Lobeliaceae) in the Vologda Region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2016. Is. 1. Pp. 84–99. (In Rus.). DOI: 10.21638/spbu03.2016.106]

Minor M.A., Ermilov S.G., Joharchi O., Philippov D.A. Using spectral indices derived from remote sensing imagery to represent arthropod biodiversity gradients in a European *Sphagnum* peat bog. *Arthropoda*. 2023. Vol. 1. No. 1. Pp. 35–46. DOI: 10.3390/arthropoda1010006

Minor M.A., Ermilov S.G., Philippov D.A. Hydrology-driven environmental variability determines abiotic characteristics and Oribatida diversity patterns

in a *Sphagnum* peatland system. *Experimental and Applied Acarology*. 2019. Vol. 77. No. 1. Pp. 43–58. DOI: 10.1007/s10493-018-0332-1

Papchenkov V.G. The degree of overgrowth of the Rybinsk reservoir and productivity of its vegetation cover. *Inland Water Biology*. 2013. Vol. 6. No. 1. Pp. 18–25. DOI: 10.1134/S1995082912030108

Philippov D.A., Ermilov S.G., Zaytseva V.L. et al. Biodiversity of a boreal mire, including its hydrographic network (Shichengskoe mire, north-western Russia). *Biodiversity Data Journal*. 2021. Vol. 9. e77615. DOI: 10.3897/BDJ.9.e77615

Philippov D.A., Ivicheva K.N., Makarenkova N.N. et al. Biodiversity of macrophyte communities and associated aquatic organisms in lakes of the Vologda Region (north-western Russia). *Biodiversity Data Journal*. 2022. Vol. 10. e77626. DOI: 10.3897/BDJ.10.e77626

Philippov D.A., Komarova A.S. Macrophyte diversity in rivers and streams of the Vologda Region and several other regions of Russia. *Biodiversity Data Journal*. 2021. Vol. 9. e76947. DOI: 10.3897/BDJ.9.e76947

Philippov D.A., Levashov A.N., Makarov S.A. et al. Records of some alien vascular plant species in the Vologda Region, Russia. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2025. Vol. 16. No. 3. Pp. 468–477. DOI: 10.1134/S207511724600939

Philippov D.A., Yurchenko V.V. Data on air temperature, relative humidity and dew point in a boreal *Sphagnum* bog and an upland site (Shichengskoe mire system, North-Western Russia). *Data in Brief*. 2019. Vol. 25. Art. 104156. DOI: 10.1016/j.dib.2019.104156

Philippov D.A., Yurchenko V.V. Data on chemical characteristics of waters in two boreal *Sphagnum* mires (North-Western Russia). *Data in Brief*. 2020. Vol. 28. Art. 104928. DOI: 10.1016/j.dib.2019.104928

Rakitin A.V., Begmatov S., Beletsky A.V. et al. Highly distinct microbial communities in elevated strings and submerged flarks in the boreal aapa-type mire. *Microorganisms*. 2022. Vol. 10. Is. 1. Art. 170. DOI: 10.3390/microorganisms10010170

Tretyakova A., Grudanov N., Kondratkov P. et al. A database of weed plants in the European part of Russia. *Biodiversity Data Journal*. 2020. Vol. 8. e59176. DOI: 10.3897/BDJ.8.e59176

Verkhovina A.V., Agafonov V.A., Ageeva A.M. et al. Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 5. *Botanica Pacifica. A Journal of Plant Science and Conservation*. 2024. Vol. 13. No. 1. Pp. 67–92. DOI: 10.17581/bp.2024.13114

Zolotova O., Ivanishcheva E., Bazhenova O. et al. Conservation of forest ecosystems in regional complex nature reserves. *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 411. VI Int. Conf. on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023). Pp. 02057. DOI: 10.1051/e3sconf/202341102057

Статья поступила в редакцию 19.09.2025, принята к публикации 29.10.2025  
The article was received on 19.09.2025, accepted for publication 29.10.2025

## Сведения об авторах / About the authors

**Филиппов Дмитрий Андреевич** – доктор биологических наук; ведущий научный сотрудник лаборатории высшей водной растительности, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославская обл.

**Dmitriy A. Philippov** – Dr. Biol. Hab.; Leading Researcher at the Laboratory of Higher Aquatic Plants, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl Region, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3075-1959>

E-mail: philippov\_d@mail.ru

**Левашов Андрей Николаевич** – методист по естественно-научному направлению, муниципальное автономное учреждение дополнительного образования «Центр творчества», г. Вологда

**Andrey N. Levashov** – Methodologist in the Natural Sciences, Direction Institution of Additional Education “Center of Creativity”, Vologda, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1874-4726>

E-mail: and-levashov@mail.ru

**Бобров Юрий Александрович** – кандидат биологических наук, доцент; заведующий кафедрой экологии и геологии Института естественных наук, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

**Yuriy A. Bobroff** – PhD in Biology; Head of the Department of Ecology and Geology of the Institute of Natural Sciences, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2709-7004>

E-mail: orthilia@yandex.ru

**Комарова Александра Сергеевна** – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославская обл.; старший научный сотрудник лаборатории экологии низших позвоночных, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

**Aleksandra S. Komarova** – PhD in Biology; Senior Researcher at the Laboratory of Fish Ecology, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl Region; Senior Researcher at the Laboratory of Lower Vertebrate Ecology, Institute of Ecology and Evolution A.N. Severtsov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3585-4669>

E-mail: komarova.as90@yandex.ru

### Заявленный вклад авторов

**Д.А. Филиппов** – концептуализация работы, общее руководство исследованием, сбор полевого материала, анализ и интерпретация результатов, написание и научное редактирование текста статьи, администрирование проекта

**А.Н. Левашов** – сбор полевого материала, анализ, интерпретация и обсуждение результатов, написание текста статьи

**Ю.А. Бобров** – анализ, интерпретация и обсуждение результатов, написание текста статьи

**А.С. Комарова** – сбор полевого материала, анализ, интерпретация и обсуждение результатов, написание текста статьи, подготовка иллюстративного материала

### Contribution of the authors

**D.A. Philippov** – conceptualization of the work; general management of the research; collection of field material; data processing and analysis; writing and scientific editing of the original draft; project administration

**A.N. Levashov** – collection of field material; data analysis, interpretation and discussion; writing the text of original draft

**Yu.A. Bobroff** – data analysis, interpretation and discussion; writing the text of original draft

**A.S. Komarova** – collection of field material; data analysis, interpretation and discussion; writing the text of original draft; drawing preparation

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи  
All authors have read and approved the final manuscript

Оригинальное исследование

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-ma-dv-set

УДК 159.963.2

**А.Е. Манаенков, В.Б. Дорохов**

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,  
117485 г. Москва, Российская Федерация

## Динамика альфа- и аperiodической активности МЭГ при множественных засыпаниях во время выполнения монотонного психомоторного теста

В современной литературе все чаще подчеркивается необходимость учитывать аperiodическую активность при анализе электроэнцефалограммы и магнитоэнцефалограммы (МЭГ). Существует ряд исследований, иллюстрирующих пользу этого показателя при стадировании ночного сна, однако на материале кратковременных засыпаний и пробуждений аperiodическая активность не изучалась. Цель данного исследования – качественно и количественно описать динамику аperiodической активности при выполнении монотонной поведенческой деятельности с множественными эпизодами засыпаний и пробуждений. 25 испытуемых проходили монотонный психомоторный тест в течение 1 часа с одновременной регистрацией МЭГ. Динамика его выполнения (с множественными засыпаниями и пробуждениями) соотносилась с динамикой мощности альфа-активности и значения аperiodической экспоненты – визуально и с расчетом коэффициента корреляции Спирмена. У 23 испытуемых динамика аperiodической

© Манаенков А.Е., Дорохов В.Б., 2025

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



экспоненты отражала изменения в качестве выполнения психомоторного теста. В случае 11 испытуемых связь альфа-активности и аperiodической активности с качеством выполнения теста была сопоставима. Для 5 испытуемых более информативной была аperiodическая активность, для 9 более информативной была альфа-активность. Выводы: аperiodическая активность является информативным показателем уровня бодрствования и должна рассматриваться вместе со стандартными критериями, основанными на периодической составляющей электрической активности мозга.

**Ключевые слова:** кратковременные засыпания, аperiodическая активность, альфа-активность, магнитоэнцефалография, психомоторный тест

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Манаенков А.Е., Дорохов В.Б. Динамика альфа- и аperiodической активности МЭГ при множественных засыпаниях во время выполнения монотонного психомоторного теста // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 4. С. 466–480. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-ma-dv-set

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-ma-dv-set

**A.E. Manaenkov, V.B. Dorokhov**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology,  
Russian Academy of Science,  
Moscow, 117485, Russian Federation

## Dynamics of alpha and aperiodic activity of MEG in multiple episodes of falling asleep during a monotonous psychomotor test

Modern literature increasingly emphasizes the need to take aperiodic activity into account when analyzing electroencephalogram and magnetoencephalogram (MEG) signals. There are a number of studies illustrating the benefits of this indicator in nocturnal sleep staging, however, aperiodic activity has not been studied in short-term wake-sleep and sleep-wake transitions. Objective: to describe qualitatively and quantitatively

the dynamics of aperiodic activity during monotonous behavioral activity with multiple episodes of falling asleep and waking up. 25 subjects underwent a monotonous psychomotor test for 1 hour with simultaneous registration of a magnetoencephalogram. The dynamics of its execution (with multiple episodes of falling asleep and waking up) were compared with the dynamics of the power of alpha activity and the value of the aperiodic exponent – both visually and with the calculation of the Spearman correlation coefficient. In 23 subjects, the dynamics of the aperiodic exponent reflected changes in the quality of the psychomotor test execution. For 11 subjects, alpha activity and aperiodic activity had similar correlations with behavioral dynamics. Aperiodic activity was more informative for 5 subjects, and alpha activity was more informative for 9. Conclusions: aperiodic activity is an informative indicator of the level of vigilance and should be considered together with standard criteria based on the periodic component of brain electrical activity. **Key words:** short-term falling asleep, aperiodic activity, alpha activity, magnetoencephalography, psychomotor test

CITATION: Manaenkov A.E., Dorokhov V.B. Dynamics of alpha and aperiodic activity of MEG in multiple episodes of falling asleep during a monotonous psychomotor test. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 466–480. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-4-ma-dv-set

## Введение

В нейронауках периодическую активность (осцилляции электроэнцефалограммы и магнитоэнцефалограммы, ЭЭГ/МЭГ) связывают с широким количеством когнитивных функций и даже воспринимают как фундаментальный процесс, через который различные нейронные популяции координируются в функциональных сетях головного мозга. Особую роль периодическая ЭЭГ-активность играет в стадировании сна: внушительная часть критериев, по которым определяется текущее функциональное состояние человека, основана на возникновении, исчезновении и смене пространственных характеристик периодической ЭЭГ-активности разной частоты [Berry et al., 2017]. Ввиду этого среди исследователей сна популярны методы спектрального анализа, основанные на анализе Фурье – математической процедуре, представляющей сигнал в виде суммы синусоид и чувствительной к его ритмическим характеристикам.

Однако результаты спектрального анализа ЭЭГ/МЭГ требуют осторожности в интерпретации, т.к. спектральными характеристиками

обладают и сигналы без ритмической составляющей [Donoghue, Schaworonkow, Voytek, 2021]. В случае ЭЭГ/МЭГ спектр сигнала часто имеет характерную форму обратной пропорциональности между частотой и ее мощностью: низкие частоты имеют более высокую мощность, а высокие – более низкую. Подобная форма спектра может возникнуть без существования нейронных осцилляций, а сами осцилляции обычно отображаются как пики активности, «наложенные» на спектр аperiodического сигнала (т.е. сигнала без ритмической активности) [Donoghue et al., 2020]. При этом аperiodическая компонента не является статической и варьируется с течением времени, что является серьезной проблемой при интерпретации результатов спектрального анализа.

Эта методологическая проблема означает необходимость эксплицитного разделения периодической и аperiodической составляющих спектра в любой научной области, использующей спектральный анализ как инструмент изучения физиологических механизмов когнитивных процессов – и исследования сна могут выиграть от этого больше всего. При этом важно понимать, что аperiodическая активность сама по себе не является лишенным физиологического смысла процессом: наиболее популярная модель связывает ее характеристики с балансом возбуждения и торможения в структурах головного мозга, а также в целом со скоростью затухания синаптических токов [Gao, Peterson, Voytek, 2017; Gao et al., 2020]. На данный момент уже существует ряд исследований, оценивающих динамику аperiodической компоненты ЭЭГ при смене стадий сна [Horváth et al., 2022; Kozhemiako et al., 2022; Ameen et al., 2024].

Однако в контексте более кратковременных, локальных эпизодов засыпания (например, на фоне длительной монотонной деятельности) аperiodическая активность не исследовалась. Состояния, находящиеся на границе между сном и бодрствованием, на данный момент являются наименее изученными и наиболее спорными [Lasaux et al., 2024]; не существует единого временного интервала, в котором заканчивается бодрствование и начинается сон [Ogilvie, 2001]. По сравнению с другими стадиями сна, выделение стадии сна N1 («дремотное состояние») вызывает наибольшие разногласия среди экспертов [Vallat, Walker, 2021].

Мы предполагаем, что явный учет аperiodической активности при анализе кратковременных засыпаний даст более точное описание динамики физиологических процессов, протекающих при переходе от бодрствования ко сну (а также при переходе от сна к бодрствованию). Целью текущего исследования является качественное и количественное описание динамики периодической и аperiodической активности МЭГ

во время выполнения монотонной поведенческой деятельности с множественными эпизодами засыпаний и пробуждений.

Задачи исследования:

- 1) реализовать экспериментальную процедуру с выполнением монотонного психомоторного теста с одновременной регистрацией магнитоэнцефалограммы (МЭГ);
- 2) выделить аperiodические характеристики МЭГ, а также выделить активность альфа-диапазона (8–11 Гц) и ее амплитуду/мощность;
- 3) визуально и количественно сопоставить динамику двух видов активности (aperiodическая активность и альфа-активность МЭГ) с качеством выполнения поведенческой задачи, а также между собой.

### Материалы и методы

Выборку составили 25 добровольцев (18 девушек и 7 юношей, средний возраст –  $22,6 \pm 2,1$  года). Данные были записаны в сотрудничестве с Центром нейрокогнитивных исследований (МЭГ-центром) при Московском городском психолого-педагогическом университете на установке Elekta Vector View Neuromag (Хельсинки, Финляндия). Установка содержит 306 сенсоров, из которых 102 являются магнетометрами, а 204 – планарными градиометрами. Сигнал регистрировался с частотой дискретизации 1000 Гц. Также регистрировались 5-минутные записи пустой комнаты для оценки нефизиологического шума.

Исследование продолжалось 60 мин, во время которых испытуемый должен был с закрытыми глазами считать «про себя» от 1 до 10 с частотой приблизительно 1 раз/с, одновременно с каждым счетом нажимая на кнопку, сначала 10 раз правой, а потом левой рукой поочередно. Нажатия на кнопки регистрировались в виде механограммы: к каждой руке испытуемого прикреплялась кнопка, чувствительная к нажатиям [Дорохов, 2003].

Обработка данных производилась с помощью MNE-Python [Gramfort et al., 2014]. Все данные МЭГ были очищены от нефизиологического шума методом фильтра Максвелла. Чтобы сократить количество анализируемых сенсоров, данные также были реконструированы в пространстве источников методом sLORETA и парцеллированы на 68 зон согласно атласу Desikan – Killiany [Desikan et al., 2006].

Полученные источники были разделены на 10-секундные эпохи с 50-процентным перекрытием. В каждой из эпох по каждой зоне рассчитывался спектр сигнала, который затем разделялся на периодическую и аperiodическую составляющую с помощью инструмента foof0.

В нем аperiodическая составляющая моделируется следующим уравнением:

$$\log(L) = \beta_0 - \log(k + F^{\beta_1}), \quad (1)$$

где  $F$  – частота, Гц;  $L$  – мощность частоты, Вт/Гц;  $\beta_0$  – константа;  $\beta_1$  – коэффициент связи между частотой и ее мощностью (экспонента);  $k$  – «точка перегиба» спектра, Гц.

В свою очередь, периодическая составляющая представлена набором пиков, моделируемых с помощью гауссовских функций:

$$G_n = a \exp\left(\frac{-(F-c)^2}{2w^2}\right), \quad (2)$$

где  $G_n$  – конкретный пик;  $a$  – высота пика (= мощность осцилляции);  $c$  – центральная частота пика (= частота осцилляции);  $w$  – ширина пика.

Алгоритм foof работает следующим образом.

1. На основе спектра в лог-лог шкале оцениваются параметры аperiodической активности.
2. Оцененная аperiodическая активность вычитается из спектра.
3. На оставшемся спектре моделируется самый высокий осцилляторный пик.
4. Смоделированный пик вычитается из оставшегося спектра, после чего моделируется следующий пик.
5. Пункты 3–4 повторяются до тех пор, пока не достигается минимальная допустимая высота пика.
6. Смоделированная таким образом периодическая активность вычитается из оригинального спектра.
7. На оставшемся спектре снова оцениваются параметры аperiodической активности.

Более подробное описание вышеприведенных формул и принципа работы алгоритма foof приведено в статье [Donoghue et al., 2020].

Для каждого источника в момент времени рассчитывались:

- 1) амплитуда мощности пиков активности в частотном диапазоне 8–11 Гц (альфа-активность);
- 2) значение аperiodической экспоненты (более высокие значения означают более высокую мощность низких частот относительно высоких частот).

Дальнейшая подготовка данных и визуализация проводились с помощью языка программирования R, в частности, с использованием tidyverse. Для обоих показателей считалось среднее по источникам

в момент времени, после чего их динамика визуально сопоставлялась с динамикой выполнения поведенческой задачи.

В выполнении поведенческой задачи выделялось три основных состояния:

- 1) корректное выполнение задачи («Верно»);
- 2) выполнение с ошибками (избыточные нажатия либо неполные нажатия, «Ошибка»);
- 3) «Сон» (отсутствие активности 10 секунд и более).

Все три показателя (поведение, альфа-активность и экспонента) были интерполированы до временного разрешения в 1 с – для альфа- и аperiodической экспоненты использовалась линейная интерполяция, для поведения использовалась последняя категория (например, если на 10-й секунде выполнение теста было корректным («Верно»), на 11-й секунде нажатий не было, а на 12-й секунде начались нажатия с ошибками («Ошибка»), то на 11-й секунде подставляется значение «Верно»).

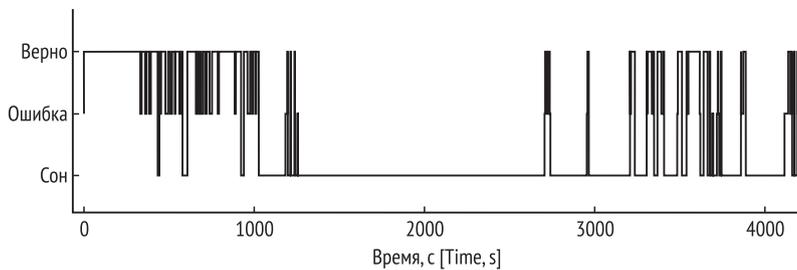
Наконец, для количественной оценки связи между всеми парами показателей во времени (поведение, мощность альфа-активности, аperiodическая экспонента) считался ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Поведенческие категории для этого были перекодированы целыми числами от 1 («Верно») до 3 («Сон»).

**Рис. 1.** Динамика выполнения психомоторного теста и показателей МЭГ у одного из испытуемых:

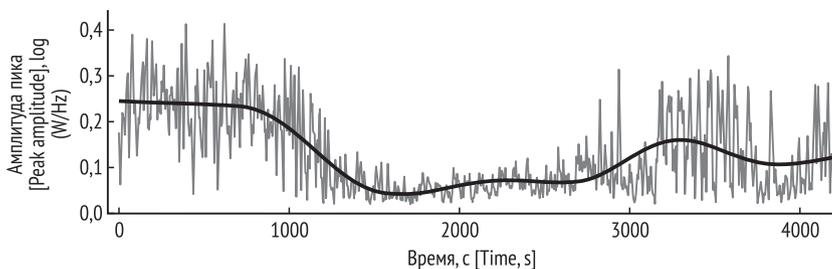
*a* – поведенческие данные, представленные в виде псевдогипнограммы; сверху вниз представлены три состояния выполнения задачи: выполнение без ошибок, выполнение с ошибками, отсутствие активности («сон»); *b* – динамика мощности альфа-активности (8–11 Гц), усредненной по всем источникам; серая линия обозначает «сырые» значения мощности, черная – их сглаженные значения, построенные по алгоритму GAM (обобщенная аддитивная модель); *c* – динамика аperiodической экспоненты; серая линия обозначает «сырые» значения мощности, черная – их сглаженные значения

**Fig. 1.** Dynamics of psychomotor test performance and MEG indicators in one subject:

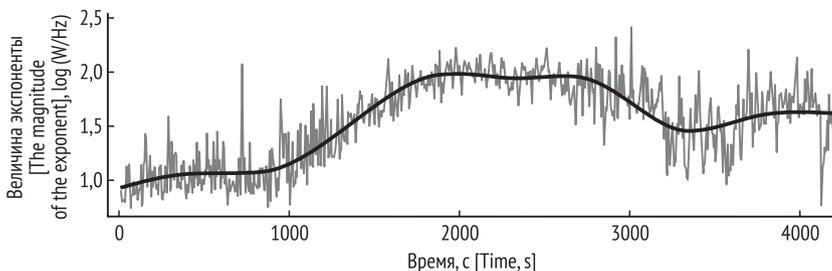
*a* – behavioral data presented in the form of a pseudohypnogram; from top to bottom, three states of task performance are presented: performance without errors, performance with errors, no activity (“sleep”); *b* – dynamics of alpha activity power (8–11 Hz), averaged over all sources; the gray line denotes the “raw” power values, the black line denotes their smoothed values constructed using the GAM (generalized additive model) algorithm; *c* – dynamics of the aperiodic exponential; the gray line denotes the raw power values, the black line – their smoothed values



a



b



c

## Результаты

У 23 испытуемых из 25 динамика аперiodической экспоненты положительно и нетривиально ( $r > 0,1$ ) коррелировала с динамикой выполнения психомоторного теста (средняя корреляция 0,42, стандартное отклонение 0,25): экспонента росла при появлении ошибок и особенно при переходе ко сну. При этом у 22 испытуемых ее динамика имела нетривиальные отрицательные корреляции с динамикой альфа-активности (средняя корреляция минус 0,49, стандартное отклонение 0,22). Пример такой динамики с результатами одного из испытуемых приведен на рис. 1.

**Рис. 2.** Динамика выполнения психомоторного теста и показателей МЭГ у испытуемой со стабильно высоким уровнем выполнения задачи:

*a* – поведенческие данные, представленные в виде псевдогипнограммы; сверху вниз представлены три состояния выполнения задачи: выполнение без ошибок, выполнение с ошибками, отсутствие активности («сон»); *b* – динамика мощности альфа-активности (8–11 Гц), усредненной по всем источникам; серая линия обозначает «сырые» значения мощности, черная – их сглаженные значения, построенные по алгоритму GAM (обобщенная аддитивная модель); *c* – динамика аperiodической экспоненты; серая линия обозначает «сырые» значения мощности, черная – их сглаженные значения

**Fig. 2.** Dynamics of psychomotor test performance and MEG indicators in a subject with a consistently high level of task performance:

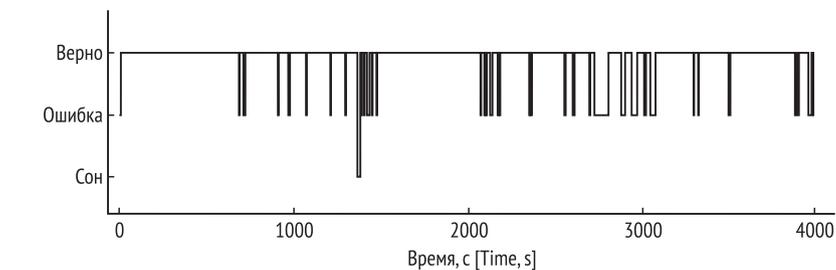
*a* – behavioral data presented in the form of a pseudohypnogram; from top to bottom, three states of task performance are presented: performance without errors, performance with errors, no activity (“sleep”); *b* – dynamics of alpha activity power (8–11 Hz), averaged over all sources; the gray line denotes the “raw” power values, the black line denotes their smoothed values constructed using the GAM (generalized additive model) algorithm; *c* – dynamics of the aperiodic exponential; the gray line denotes the raw power values, the black line – their smoothed values

---

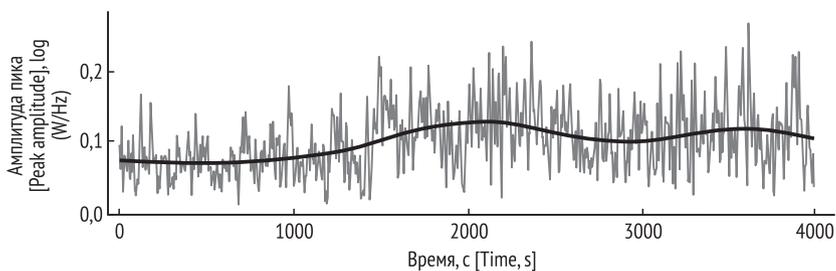
Для 11 испытуемых информативность как альфа-, так и аperiodической активности относительно динамики поведения испытуемых была сопоставимой (различия между корреляциями по модулю не превышали 0,1).

Для 5 испытуемых аperiodическая экспонента оказалась более информативным показателем (среднее различие 0,29, стандартное отклонение 0,16), а для 9 более информативной оказалась альфа-активность (среднее различие 0,24, стандартное отклонение 0,15). При этом важно отметить то, что у одной испытуемой с «более информативной» альфа-активностью было очень мало ошибок и пониженные значения экспоненты на протяжении всего эксперимента (рис. 2) по сравнению с остальными испытуемыми с похожим паттерном (рис. 3). Видно, что значения экспоненты у испытуемой со стабильно высоким уровнем выполнения задачи держатся в районе 1,0; для сравнения: при переходе ко сну экспонента стремительно доходит до значения 2,0, а затем опускается до 1,5 при учащении пробуждений (см. рис. 1).

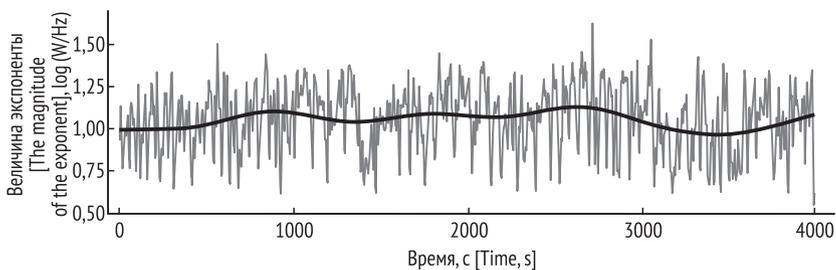
У испытуемого с двумя выраженными эпизодами множественных засыпаний видно, что альфа-активность отчетливо меняется во время этих эпизодов, в отличие от экспоненты; но также видно, что экспонента стабильно держится на высоком уровне 1,5 (см. рис. 3).



a



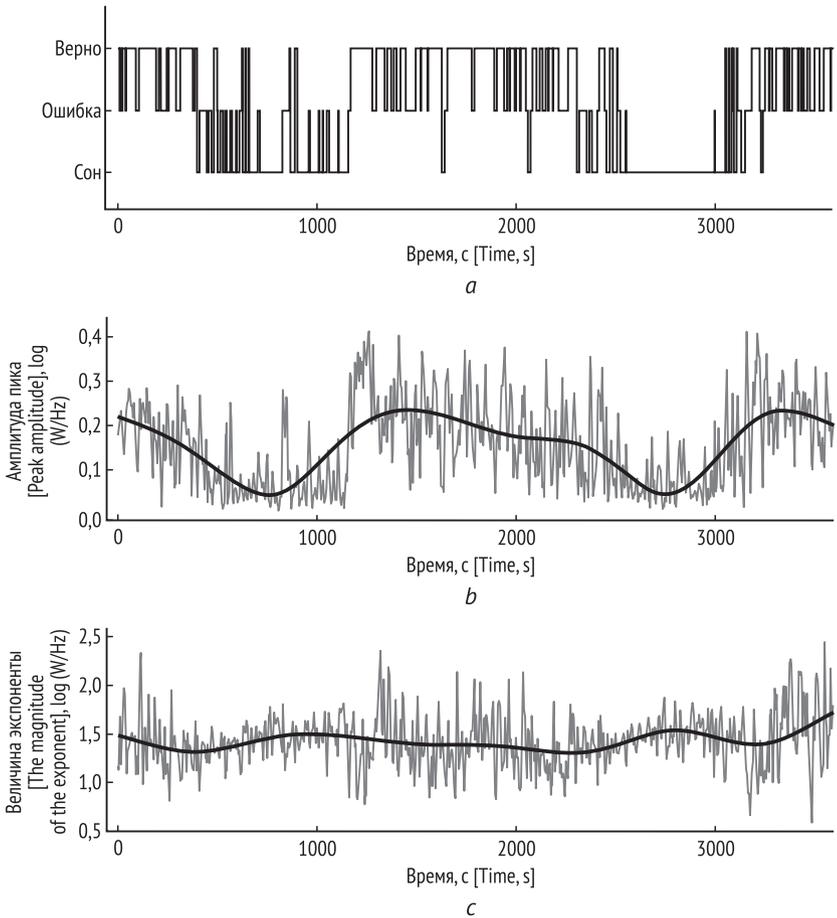
b



c

## Обсуждение

Полученные нами результаты согласуются с результатами работ, проведенных на материале полноценного ночного сна [Horváth et al., 2022; Kozhemiako et al., 2022; Ameen et al., 2024]; при засыпаниях (как длительных, так и кратковременных) значения аperiodической экспоненты растут у большинства испытуемых. Этот рост также согласуется с интерпретацией этого показателя как индекса отношения возбуждения/торможения; высокие значения экспоненты отражают более выраженную широкополосную низкочастотную динамику, характерную для ГАМК<sub>a</sub>-рецепторов [Gao, Peterson, Voytek, 2017].



Не является неожиданной и динамика альфа-подобной активности – известно, что альфа-ритм ослабевает при переходе от бодрствования к первой стадии сна (N1) [Ogilvie, 2001]. Важно отметить наличие свидетельств в пользу взаимодействия альфа- и аperiodической активности: в одной работе предлагается модель альфа-ритма как модулятора активности возбуждающих и тормозящих нейронов коры [Peterson, Voytek, 2017], а в другой описывается роль альфа-ритма в регулировании глобальной разномасштабной активности нейронных сетей головного мозга, к которой относится и аperiodическая [Lombardi et al., 2022]. Это вполне может объяснить паттерн антикорреляции, наблюдаемый у большинства испытуемых в нашем исследовании.

**Рис. 3.** Динамика выполнения психомоторного теста и показателей МЭГ у испытуемого с двумя выраженными эпизодами множественных засыпаний:

*a* – поведенческие данные, представленные в виде псевдогипнограммы; сверху вниз представлены три состояния выполнения задачи: выполнение без ошибок, выполнение с ошибками, отсутствие активности («сон»); *b* – динамика мощности альфа-активности (8–11 Гц), усредненной по всем источникам; серая линия обозначает «сырые» значения мощности, черная – их сглаженные значения, построенные по алгоритму GAM (обобщенная аддитивная модель); *c* – динамика аperiodической экспоненты; серая линия обозначает «сырые» значения мощности, черная – их сглаженные значения

**Fig. 3.** Dynamics of psychomotor test performance and MEG indices in a subject with two pronounced episodes of multiple falling asleep:

*a* – behavioral data presented in the form of a pseudohypnogram; from top to bottom, three states of task performance are presented: performance without errors, performance with errors, no activity (“sleep”); *b* – dynamics of alpha activity power (8–11 Hz), averaged over all sources; the gray line denotes the “raw” power values, the black line denotes their smoothed values constructed using the GAM (generalized additive model) algorithm; *c* – dynamics of the aperiodic exponential; the gray line denotes the raw power values, the black line – their smoothed values

В то же время хорошо видно, что эти два показателя не являются полными дублями друг друга во всех ситуациях: лучше всего это заметно в тех случаях, когда средняя мощность альфа-активности варьируется при изменениях качества выполнения задачи, а аperiodическая – нет (см. рис. 3). Возможное объяснение этого феномена заключается в уровне «масштаба» показателя: аperiodическая экспонента может отражать более глобальные аспекты уровня бодрствования, в то время как осцилляции (альфа-активность, в частности) отвечают за более локальные аспекты. Подобный взгляд согласуется с результатом, показанным в работе, где авторы демонстрируют, что изменения в аperiodической активности стабильно детектируют смену стадий сна по всем сенсорам ЭЭГ, в отличие от более локальных осцилляторных изменений [Hebron et al., 2025]. Это же объясняет наблюдение, продемонстрированное на рис. 2, 3: по всей видимости, экспонента может индексировать глобальные характеристики уровня бодрствования испытуемого, влияющие на общее качество выполнения задачи на протяжении всего эксперимента.

Здесь стоит отметить два важных ограничения исследования.

Во-первых, широкое разнообразие паттернов динамики как поведенческой, так и физиологической активности затрудняет использование

статистических методов для количественной оценки связи между ними. Ряд наблюдений, описанных выше, имеет скорее качественный характер и полагается на визуальную интерпретацию наблюдений. Хотя мы считаем, что подобный подход снимает ряд ограничений количественного анализа, в будущем будут необходимы исследования, основанные на более строгих формальных критериях.

Во-вторых, исследовалась только усредненная динамика показателей без анализа каждого пространственного источника в отдельности. Это обусловлено как сложностью визуальной интерпретации подобных данных, так и высокими вычислительными затратами для адекватной количественной оценки связей между источниками во времени. Более подробный анализ этого аспекта также должен быть целью дальнейших исследований.

## Выводы

1. Аперiodическая экспонента является информативным показателем для анализа динамики уровня бодрствования
2. Ее динамика противоположна динамике альфа-активности
3. При анализе засыпаний важно рассматривать динамику и альфа-, и аперiodической активности, т.к. на индивидуальном уровне один показатель может быть информативнее другого.

## Заключение

Полученный результат говорит о том, что при исследовании кратковременных засыпаний важно учитывать и осцилляторную, и аперiodическую активность – как отражающие разные аспекты состояния испытуемого на протяжении времени. Аперiodическая активность может быть нечувствительной к более тонким, локальным изменениям мозговой активности (которые при этом могут проявляться в выраженных изменениях в поведении), в то время как во многом фазический характер осцилляций может быть проблемой при объективной оценке уровня сонливости.

В будущем важно будет проанализировать степень выраженности индивидуальных различий в аперiodической активности, а также ее зависимость от анализируемой полосы частот, метода извлечения и временного промежутка. Возможно, это позволит нам выделить надежный и объективный критерий уровня сонливости, который будет применим в исследовательской и клинической практике.

## Библиографический список / References

Дорохов В.Б. Альфа-веретена и К-комплекс – фазические активационные паттерны при спонтанном восстановлении нарушений психомоторной деятельности на разных стадиях дремоты // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2003. Т. 53. № 4. С. 503–512. [Dorokhov V.B. Alpha-bursts and K-complex: Phasic activation pattern during spontaneous recovery of correct psychomotor performance at difference stages of drowsiness. *Zhurnal vysshei nervnoi deiatel'nosti imeni I.P. Pavlova*. 2003. Vol. 53. No. 4. Pp. 503–512. (In Rus.)]

Ameen M.S. et al. The temporal dynamics of aperiodic neural activity track changes in sleep architecture. 2024. DOI: 10.1101/2024.01.25.577204.

Berry R.B. et al. AASM Scoring Manual Updates for 2017 (Version 2.4). *J. Clin. Sleep Med*. 2017. Vol. 13. No. 5. Pp. 665–666.

Desikan R.S. et al. An automated labeling system for subdividing the human cerebral cortex on MRI scans into gyral based regions of interest. *Neuroimage*. 2006. Vol. 31. Pp. 3. Pp. 968–980.

Donoghue T. et al. Parameterizing neural power spectra into periodic and aperiodic components. *Nat. Neurosci*. 2020. Vol. 23. No. 12. Pp. 1655–1665.

Donoghue T., Schaworonkow N., Voytek B. Methodological considerations for studying neural oscillations. *Eur. J. Neurosci*. 2022. Vol. 55 (11–12). Pp. 3502–3527. DOI: 10.1111/ejn.15361

Gao R. et al. Neuronal timescales are functionally dynamic and shaped by cortical microarchitecture. *eLife*. 2020. Vol. 9. Art. e61277.

Gao R., Peterson E.J., Voytek B. Inferring synaptic excitation/inhibition balance from field potentials. *Neuroimage*. 2017. Vol. 158. Pp. 70–78.

Horváth G.C. et al. Overnight software for processing MEG and EEG data. *Neuroimage*. 2014. Vol. 86. Pp. 446–460.

Horváth G.C. et al. Overnight dynamics in scale-free and oscillatory spectral parameters of NREM sleep EEG. *Sci. Rep*. 2022. Vol. 12. Art. No. 18409.

Hebron H. et al. Aperiodic EEG Activity provides a linear, bidirectional, and spatially uniform marker of subjective and objective vigilance in humans, both within and across states. 2025. DOI: 11.01/2025.08.30.673229.

Kozhemiako N. et al. Sources of variation in the spectral slope of the sleep EEG. *eNeuro*. 2022. Vol. 9. No. 5. DOI: 10.1523/ENEURO.0094-22.2022.

Lacaux C. et al. Embracing sleep-onset complexity. *Trends in Neurosciences*. 2024. Vol. 47. No. 4. Pp. 273–288.

Lombardi F. et al. Alpha rhythm induces attenuation-amplification dynamics in neural activity cascades. 2022. DOI: 10.1101/2022.03.03.482657.

Ogilvie R.D. The process of falling asleep. *Sleep Med. Rev*. 2001. Vol. 5. No. 3. Pp. 247–270.

Peterson E., Voytek B. Alpha oscillations control cortical gain by modulating excitatory-inhibitory background activity. 2017. DOI: 10.1101/185074

Vallat R., Walker M.P. An open-source, high-performance tool for automated sleep staging. *eLife*. 2021. Vol. 10. Art. No. e70092.

Статья поступила в редакцию 19.06.2025, принята к публикации 09.08.2025  
The article was received on 19.06.2025, accepted for publication 09.08.2025

### Сведения об авторах / About the authors

**Манаенков Александр Евгеньевич** – младший научный сотрудник лаборатории нейробиологии сна и бодрствования, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, г. Москва

**Alexander E. Manaenkov** – junior researcher at the Laboratory of Neurobiology of Sleep and Wake, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1284-8247>

E-mail: [allomulder@gmail.com](mailto:allomulder@gmail.com)

**Дорохов Владимир Борисович** – доктор биологических наук; заведующий лабораторией нейробиологии сна и бодрствования, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, г. Москва

**Vladimir B. Dorokhov** – Dr. Biol. Hab.; Head of the Laboratory of Neurobiology of Sleep and Wake, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3533-9496>

E-mail: [vbdorokhov@mail.ru](mailto:vbdorokhov@mail.ru)

### Заявленный вклад авторов

**А.Е. Манаенков** – проведение литературного обзора использования аперiodической активности в исследованиях сна, обработка и анализ данных, визуализация данных

**В.Б. Дорохов** – руководство исследованием и его организация, организация сбора данных

### Contribution of the authors

**A.E. Manaenkov** – literature review of the use of aperiodic activity in sleep research, data processing and analysis, data visualization

**V.B. Dorokhov** – study management and organization, data collection

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи  
All authors have read and approved the final manuscript

# ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

## Тематика журнала

Журнал «Социально-экологические технологии» специализируется на всестороннем и объективном освещении вопросов экологии: проблемам взаимоотношений организма и среды, человека и природы.

*Тематика журнала* – экологические исследования в ботанике, зоологии, почвоведении, географии, также публикуются материалы, посвященные экологии человека (физиология, психогенетика, адаптивные способности организма человека).

Для публикации принимаются научные статьи, отражающие результаты оригинальных исследований, а также обзоры и рецензии, информация о программах и совещаниях, о деятельности учреждений, общественных организаций и отдельных специалистов в России и за ее пределами.

## Редакционная политика

Редакции журнала не интересны материалы, основанные на компиляции давно известных фактов! Это не может считаться научной статьей!

Все присланные материалы проверяются при помощи программы «Антиплагиат». В разделах «Результаты», «Выводы» оригинальность должна превышать 80%. Специфика разделов «Введение», «Материалы и методы» позволяет снизить этот показатель до 60%.

*Журнал строго следит за соблюдением следующих положений этики научных публикаций*

Автор не должен публиковать рукопись, по большей части посвященную одному и тому же исследованию, более чем в одном журнале как оригинальную публикацию.

Представление одной и той же рукописи одновременно более чем в один журнал воспринимается как неэтичное поведение и неприемлемо.

Авторами публикации могут выступать только лица, которые внесли значительный вклад в формирование замысла работы, разработку, исполнение или интерпретацию представленного исследования. Все те, кто внес значительный вклад, должны быть обозначены как соавторы. В тех случаях, когда участники исследования внесли существенный вклад по определенному направлению в исследовательском проекте, они должны быть указаны как лица, внесшие значительный вклад в данное исследование (в сноске).

Нельзя представлять в качестве соавторов тех, кто не участвовал в исследовании. Все соавторы должны одобрить окончательную версию работы и согласиться с представлением ее к публикации.

## Рецензирование

Помогает членам редакционной коллегии принять решение о публикации и, при соответствующем взаимодействии с автором, также может помочь ему повысить качество работы. Таким образом, рецензирование – не просто инструмент отбора, но и средство, повышающее научный уровень статьи.

Кроме того, рецензент выявляет значимые опубликованные работы, соответствующие теме и не включенные в библиографию к рукописи. На любое утверждение (наблюдение, вывод или аргумент), опубликованное ранее, в рукописи должна быть соответствующая библиографическая ссылка. Рецензент также обращает внимание редакционной коллегии на обнаружение существенного сходства или совпадения между рассматриваемой рукописью и любой другой опубликованной работой, находящейся в сфере его научной компетенции.

Авторы доклада об оригинальном исследовании должны предоставлять достоверные результаты проделанной работы, как и объективное обсуждение значимости исследования. Данные, лежащие в основе работы, должны быть представлены безошибочно. Работа должна содержать достаточно деталей и библиографических ссылок для возможного воспроизведения. Ложные или заведомо ошибочные утверждения воспринимаются как неэтичное поведение и неприемлемы.

Обзоры также должны быть объективными, точка зрения автора должна быть четко обозначена.

## Плата за публикацию

Редакция не взимает с авторов плату за подготовку, размещение и печать материалов.

## Язык публикаций

Журнал принимает к рассмотрению и публикует материалы на русском и английском языках.

Издание  
подготовили  
к печати:  
редактор  
*А. А. Козаренко*,  
корректор  
*А. А. Алексеева*,  
обложка, макет,  
компьютерная  
верстка  
*Н. А. Попова*

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
**ТЕХНОЛОГИИ**

---

2025. Т. 15. № 4

---

Сайт журнала: [soc-ecol.ru](http://soc-ecol.ru)  
E-mail: [izdat\\_mgopu@mail.ru](mailto:izdat_mgopu@mail.ru)

Авторы статей несут полную ответственность за точность приводимой информации, цитат, ссылок и списка литературы.

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, невозможна без письменного разрешения редакции.

Подписано в печать 29.12.2025.  
Формат 60×90 1/16. Гарнитура «Liberation Serif».  
Объем 9,63 п. л. Тираж 1000 экз.