

ISSN 2500-2961

УДК 55:57:58:59:61:91

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

2025. Т. 15. № 1

Природа и человек: экологические исследования

Учредитель и издатель:

Московский
педагогический
государственный
университет

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

Адрес редакции:

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

Сайт: soc-ecol.ru

E-mail:

izdat_mgopu@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. 1

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, Verh-
nyaya
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

Information on journal can be
accessed via: 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 (БАК 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 степеведения 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 Лягузова – 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 (БАК Республики Беларусь); заведующий кафедрой ботаники, 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

Андрей Викторович Щербаков – доктор биологических наук; ведущий научный сотрудник лаборатории экологии, биологических инвазий и охраны природы кафедры высших растений биологического 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

Andrei V. Scherbakov – leading researcher at the Laboratory of Ecology, Biological Invasions and Nature Protection of Higher Plants at the Biological Faculty, Lomonosov Moscow State University, Russia

Oleg V. Sozinov – head at the Department of Botany, 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, Przhivalskoye, 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

Б.В. Прошкин, А.В. Климов

Становление и развитие систематики
рода *Populus* L. – морфологический этап9

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

Классификация эколого-ценотических групп
растений Вологодской области 27

ИССЛЕДОВАНИЯ АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ И УРБЭКОЛОГИЯ

Т.Г. Борзенкова, Д.Ю. Цыренова

Аборигенные древесные растения
в озеленении города Хабаровска
(Нижнее Приамурье) 66

*А.Г. Космачева, А.А. Марцев,
А.О. Ростунов*

Оценка засоления почв малого города
с литейным производством
(на примере города Меленки Владимирской области) 88

*А.В. Синдирева, Т.И. Усольцева,
Ю.А. Газизова*

Оценка эффективности использования
кофейного жмыха в качестве удобрения
под яровую мягкую пшеницу
(*Triticum aestivum*) 105

Contents

STUDY AND CONSERVATION OF BIOLOGICAL DIVERSITY

B.V. Proshkin, A.V. Klimov

Formation and development of the taxonomy
of the genus *Populus* L. – morphological stage 9

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

Classification of ecological-coenotic groups
of plants of Vologda Region 27

ANTHROPOGENICALLY MODIFIED ECOSYSTEMS AND URBAN ECOLOGY

T.G. Borzenkova, D.Ju. Tsyrenova

Aboriginal woody plants in landscaping
of the city of Khabarovsk (Lower Amur Region) 66

*A.G. Kosmacheva, A.A. Martsev,
A.O. Rostunov*

Assessment of soil salinity in a small town with a foundry
(on the example of the town of Melenki in Vladimir region) 88

*A.V. Sindireva, Yu.A. Gazizova,
T.I. Usoltseva*

Assessment of the effect of coffee grounds
in different concentrations
on the growth and development of spring soft wheat
(*Triticum aestivum*) 105

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-9-26

УДК 575.858:582.623.2

Б.В. Прошкин^{1, 2}, А.В. Климов^{1, 3}

¹ Западно-Сибирское отделение Института леса им. В.Н. Сукачева
Сибирского отделения Российской академии наук,
630082 г. Новосибирск, Российская Федерация

² Кузбасский институт Федеральной службы исполнения наказаний,
654066 г. Новокузнецк, Кемеровская обл., Российская Федерация

³ ООО ИнЭКА-консалтинг,
654027 г. Новокузнецк, Кемеровская обл., Российская Федерация,

Становление и развитие систематики рода *Populus* L. – морфологический этап

Виды рода *Populus* широко распространены в умеренных широтах и некоторых субтропических районах северного полушария. Присущая им морфологическая изменчивость, склонность к гибридизации и интрогрессии нередко затрудняют идентификацию видов и делают род одной из самых сложных и проблемных групп в классификации растений. Знания о видах *Populus* прошли от мифических представлений в античности к возникновению научной трактовки рода с момента описания рода К. Линнеем. В XVII–XVIII вв. в Европу из других регионов мира начался завоз новых видов, что нередко сопровождалось их спонтанной гибридизацией с рядом аборигенных. Одновременно проводилось и их научное описание. В XIX в. произошло становление систематики рода *Populus* с выделением единиц рангом выше вида, в частности секций. Началось создание простых классификаций, построенных по принципу «род–секция–вид», признавав-



ших в роде ограниченное количество полиморфных видов. Параллельно с ними в начале XX в. на фоне развития представлений о биологическом виде и, в частности, монотипической его трактовки, появляются и получают развитие сложные классификации рода, построенные по принципу «род–подрод–секция–вид». Все эти системы были построены на основе анализа морфологических признаков, поэтому рассматриваемый этап можно назвать морфологическим.

Ключевые слова: *Populus*, происхождение рода *Populus*, эволюция *Populus*, систематика *Populus*, палеоботаника, филогения

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Прошкин Б.В., Климов А.В. Становление и развитие систематики рода *Populus* L. – морфологический этап // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 1. С. 9–26. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-9-26

Analytical review

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-9-26

B.V. Proshkin^{1, 2}, A.V. Klimov^{1, 3}

¹ West-Siberian Division of the V.N. Sukachev Forest Institute of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, 630082, Russian Federation

² KI of the FPS of Russia, Novokuznetsk, Kemerovo region, 654066, Russian Federation

³ InEkA-consulting, Novokuznetsk, Kemerovo region, 654027, Russian Federation

Formation and development of the taxonomy of the genus *Populus* L. – morphological stage

Species of the genus *Populus* are widespread in temperate latitudes and some subtropical regions of the northern hemisphere. Their inherent morphological variability, tendency to hybridization and introgression often complicate the identification of species and make the genus one of the most complex and problematic groups in plant classification. Knowledge of *Populus*

species has passed from mythical ideas in antiquity to the emergence of a scientific interpretation of the genus since the description of the genus by K. Linnaeus. In the 17th–18th centuries, new species began to be imported to Europe from other regions of the world, which was often accompanied by their spontaneous hybridization with a number of native species. At the same time, they were also scientifically described. In the 19th century, the taxonomy of the genus *Populus* was established with the allocation of units of a rank higher than species, in particular, sections. The creation of simple classifications began, built on the principle of “genus–section–species”, recognizing a limited number of polymorphic species in the genus. In parallel with them, at the beginning of the 20th century, against the background of the development of ideas about the biological species and, in particular, with its monotypic interpretation, complex classifications of the genus appear and develop, built on the principle of “genus–subgenus–section–species”. All these systems were built on the basis of the analysis of morphological features, therefore the stage under consideration can be called morphological.

Key words: *Populus*, origin of the genus *Populus*, evolution of *Populus*, systematics of *Populus*, paleobotany, phylogeny

FOR CITATION: Proshkin B.V., Klimov A.V. Formation and development of the taxonomy of the genus *Populus* L. – morphological stage. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 1. Pp. 9–26. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-9-26

Введение

Тополы – группа видов рода *Populus*, широко распространенных в умеренных широтах и некоторых субтропических районах северного полушария. Все они представлены двудомными довольно крупными деревьями, нередко образующими клоны, и у многих исследователей ассоциируются с деревьями, которые чрезвычайно трудно идентифицировать [Korbik, 2020]. Это обусловлено морфологической изменчивостью, наблюдаемой не только на популяционном уровне, но и внутри каждого отдельного дерева (эндогенная изменчивость). Кроме того, межвидовая гибридизация и интрогрессия с многочисленными фактами захвата пластид – явления, широко распространенные в роде, прослеживаемые с самых ранних этапов его эволюции [Климов, Прошкин, 2024]. Поэтому род *Populus* является одной из самых сложных и проблемных групп в классификации растений [Wan et al., 2023].

Для начала несколько слов о современном систематическом положении самого рода *Populus*. Традиционно он вместе с родами *Salix* L. и *Chosenia* Pallas составлял семейство *Salicaceae* Mirbel – ивовые [Тахтаджян, 1987]. В настоящее время границы семейства расширены за счет включения значительной части бывших *Flacourtiaceae* DC, в том числе типового рода *Flacourtia* Com ex L. Нег и крупного тропического рода *Casearia* Jacq. [APG II, 2003]. В настоящее время считается, что семейство *Salicaceae* возникло около 128 млн лет назад и насчитывает около 54 родов с более чем 1400 видами [Ogutcen et al., 2024].

Становление представлений о роде *Populus* связано с развитием культуры древнего Междуречья и античности в Средиземноморском регионе. В XVII–XVIII вв. в Европу из других регионов мира начался завоз новых видов, что нередко сопровождалось их спонтанной гибридизацией с рядом аборигенных. Одновременно проводилось и их научное описание. В XIX в. произошло становление систематики рода *Populus* с выделением единиц рангом выше вида. В течение XIX–XX вв. сформировались основные подходы к его классификации и были представлены различные системы. К сожалению, эти сведения по истории становления систематики рода *Populus* практически не получили отражения в отечественной литературе.

Цель настоящей работы – рассмотреть становление и развитие систематики рода *Populus*, выявить исторически сложившиеся основные подходы к его классификации.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались литературные источники: научные работы по систематике и филогенетическим исследованиям видов рода *Populus*. Проанализированы сведения о становлении научных представлений о роде, связанные с развитием культуры древнего Междуречья и античности, этапы становления научной систематики в XVII–XX вв. Рассмотрены основные подходы к классификации *Populus* и развитию его различных систем.

Латинские названия видов рода приведены согласно электронным базам по номенклатуре Tropicos (<http://www.tropicos.org>), The International Plant Names Index (<http://www.ipni.org>).

Результаты и обсуждение

Данные археологии свидетельствуют о том, что люди, жившие в Месопотамии и на Ближнем Востоке более 10 тыс. лет назад, использовали древесину тополя и ивы для приготовления пищи и отопления,

а также для строительства своих жилищ [Stettler, 2009]. В эпоху Третьей династии Ура (ок. 2111–2003 гг. до н.э.) в Месопотамии тополи и ивы использовали для изготовления корзин, лодок, мотыг, плугов, ручек инструментов, а также строительства, приготовления пищи и корма животных [Isebrands, Richardson, 2014].

Первые письменные свидетельства о тополях появились у древних греков: они называли черный тополь *aigeiros*, белый тополь – *leuke*, а осину – *kerkis*. Там же зародились легендарные представления о происхождении рода [Царев, 2019]. Представления о *Populus* у древних римлян отражены в «Естественной истории» Плиния Старшего. Род в его понимании включал три вида: *Populi tria genera: alba ac nigra et quae Libuca appellatur* – ‘есть три типа тополей: белые и черные и так называемые Либука (осина)’. Как пишет Плиний, *Populus* был посвящен Гerkулесу [Tidestrom, 1909].

Как отмечает М. Korbik (2020), в древней литературе можно встретить многочисленные упоминания о лечебных свойствах тополей, приводимые многими авторами, но детальных описаний видов нет. По данным В.Т. Бакулина (1990), простейшие приемы размножения тополя белого кратко описаны в так называемой Византийской сельскохозяйственной энциклопедии (XI в.), но лишь в XVI в. немецкие ботаники начали описывать тополи, используя двойные латинские названия: *Populus alba*, *P. lybica* и *P. nigra*. Последующие авторы создавали описания ранее упомянутых видов, пока Турнефор не описал род *Populus* в 1700 г.

Карл Линней (1753) в «Species Plantarum» перенял концепцию рода *Populus* от Турнефора и перечислил в нем пять видов: *P. alba* L., *P. tremula* L., *P. nigra* L., *P. balsamifera* L. и *P. heterophylla* L. С этого момента описания последующих таксонов стали появляться в литературе, но никак не были организованы [Korbik, 2020; Wan et al., 2023].

В XVII–XVIII вв. европейские исследователи, путешествовавшие по Новому Свету, часто возвращались с черенками тополей, чтобы посадить их в своих домашних садах. Например, тополь дельтовидный (*P. deltoides* W. Bartram ex Marshall) был завезен из Северной Америки во Францию в начале 1700-х гг. под разными названиями. Первые тополи, завезенные из Америки и Азии в Европу, предназначались для декоративных целей и в качестве парковых деревьев. Путем черенкования они быстро распространялись в культуре под различными названиями, что позднее привело к существенной путанице в номенклатуре. Завезенные тополи нередко отличались быстрым ростом, что в условиях сильного дефицита древесины в Европе того времени способствовало их распространению и широкомасштабному использованию в посадках.

Кроме того, *Populus deltoides* легко скрещивался с аборигенным *P. nigra*, и первые продуктивные гибриды (*P. × canadensis* Moench) также быстро получили признание. Например, экземпляр *P. × canadensis* var. *serotina* (Hartig) Rehder был высажен в Ботаническом саду Нанси в 1752 г. В работе «*Traité des arbres et arbustes qui se cultivent en France*» (1755) один из основоположников лесного хозяйства французский ученый Анри-Луи Дюамель де Монсо (фр. Henri Louis Duhamel du Monceau) упомянул результаты, полученные на его плантациях тополя, подробно изложив экологию и технологические качества его древесины.

Многие из возникших тогда в Европе спонтанных гибридов *P. deltoides* с *P. nigra* были быстро интродуцированы в Северную Америку. Так, в начале XIX в. Франсуа-Андре Мишо (A.F. Michaux), натуралист и исследователь восточной части Соединённых Штатов Америки, не был уверен в классификации черных тополей, встречающихся в районе Нью-Йорка. В его замечательном трактате о деревьях Северной Америки упоминается «тополь швейцарский или вирджинский» – дерево, широко культивируемое в Европе, которое, «вероятно, является родным для какой-то части Америки».

В XIX в. произошло становление систематики рода *Populus* с выделением единиц рангом выше вида и были предложены первые простые классификации, построенные по схеме «род–секция–вид». Прежде всего следует упомянуть исследования Жана Этьена Дюби, который первым выделил две секции: *Leuce* (белые, сереющие тополи и осины) и *Aigeiros* (черные тополи) [Duby, 1828]. Французский ботаник Эдуард Шпах дополнил классификацию, добавив секции *Leucoides* Spach (крупнолистные тополи) и *Tacamahaca* Spach (бальзамические тополи) [Spach, 1841]. Вскоре после этого А.А. Бунге описал пятую секцию *Turanga* (туранги) [Bunge, 1852]. Выделение секции *Trepidae*, включая осины, было заслугой Теодора Гартига [Hartig, 1851].

Эдуард Шпах в своей работе охватил 15 видов тополей, известных к тому времени в Европе, для многих из которых он привел по 2–3 синонима [Spach, 1841]. В настоящее время часть из них рассматривается как формы. Гибриды он, вероятно, не включал в свою работу, а те, что были включены (*Populus × canescens* (Aiton) Sm.) и *P. × canadensis*, приведены в ранге видов без знака «×»:

секция I. *Leuce* – *Populus alba*, *P. canescens*, *P. tremula*, *P. grandidentata* Michx., *P. tremuloides* Michx.;

секция II. *Leucoides* – *Populus heterophylla* L.;

секция III. *Aigeiros* – *Populus nigra* L., *P. pyramidalis* Rozier, *P. hudsonica* Michx., *P. monilifera* Newb., *P. canadensis*, *P. angulate* Aiton;

секция IV. *Tacamahaca* – *Populus candicans*, *P. balsamifera* L., *P. laurifolia* Ledeb.

К концу XIX – началу XX вв. в науке существовало несколько подходов к пониманию вида. На смену линнеевской типологической концепции, довольно широко трактовавшей эту единицу, пришла узкая – монотипическая, основанная на морфологическом методе. Как справедливо отметил А.К. Скворцов (1968), всякий географизм и биологизм были ей вполне чужды, точно так же как было чуждо понимание того, что морфологические различия совсем не обязательно являются и различиями таксономическими.

Одновременно с этими воззрениями быстрое распространение получило и второе направление – политипическое, основанное на морфолого-географическом методе. Для этого направления внутривидовая изменчивость – это норма, при которой признается широкая возможность гибридных комбинаций, а также то, что вид полиморфен, т.е. включает в себя соподчиненные единицы – разновидности, формы [Вавилов, 1931; Завадский, 1967; Воронцов, 1999].

В ботанической литературе конца XIX – начала XX вв. господствовали политипические представления [Скворцов, 1968]. Поэтому исследование рода *Populus*, выполненное в 1905 г. французским ботаником Луи-Альбером Доде, выглядело, скорее, как уникам. Автор предложил первую сложную классификацию рода, построенную по принципу «род – подрод – секция – подсекция (группа) – вид»:

подрод *Turanga* – Туранги не делится на секции и включает две группы: *Euphratica* и *Pruinosa*;

подрод *Leuce* – Лейка,

секция *Albidae* включает две группы – *Nivea* и *Alba*;

секция *Trepidae* на группы не делится;

подрод *Eurpopulus* – Настоящие тополи,

секция *Aegiri* включает группы: *Carolinensis*, *Fremontii*, *Virginiana*, *Nigra* и группу определенных и вероятных гибридов;

секция *Tacamahacae* включает группы: *Pseudobalsamifera*, *Laurifolia*, *Suaveolens*, *Balsamifera*, *Candicans* и *Ciliata*;

секция *Leucoideae* на группы не делится [Dode, 1905].

Л.А. Додэ придерживался узкой концепции вида. В результате в предложенном им варианте род насчитывал 99 видов и 11 гибридов (наиболее представленных в то время во Франции гибридов внутри секции черных тополей), рассматриваемых им в ранге видов. Работа не содержала критического анализа и, на наш взгляд, представляет собой компиляцию из ранее предложенных и описанных видов, сортов и гибридов.

В ранге вида оказались и реально существующие, и рассматриваемые в настоящее время в лучшем случае как подвиды, а то и формы и культивары. Последнее вполне объяснимо, т.к. L.A. Dode активно использовал в своей работе многочисленные культурные формы, апеллируя к их стойкости, т.е. способности сохранять присущий им комплекс морфологических признаков в культуре (за счет вегетативного размножения). Однако он не считал описанные им виды равноценными. Как и некоторые другие систематики того времени, он считал возможным, что «большой» («линнеон», по Н.И. Вавилову, 1931) вид может содержать мелкие или элементарные («жорданоны»), этого не допускают современные правила международной номенклатуры, поскольку внутри таксона одного ранга не может быть таксонов того же ранга.

Сложная схема L.A. Dode с выделением подродов не получила широкого распространения, и большинство специалистов-дендрологов по-прежнему придерживались простых классификаций. Значительное влияние на систематику рода оказала работа «The trees of Great Britain and Ireland» – фундаментальный труд двух крупных британских ботаников Генри Джона Элвеса и Августина Генри [Elwes, Henry, 1913], содержащий детальный обзор рода *Populus*. На наш взгляд, эти материалы остаются актуальными для специалистов по роду. И причина этого в синтезе собственно теоретической науки систематики растений с длительной традицией британского садоводства. Авторы отмечают, что род *Populus* насчитывает около 25 видов, населяющих внетропические районы северного полушария, и разделен на пять секций главным образом на основании характеристик листьев и почек:

I. Секция *Turanga* Bunge: *euphratica* Olivier;

II. Секция *Leuce* Duby: белые тополи – *Populus alba*, *P. tomentosa* Carrière, *P. canescens*, осины: *P. tremula*, *P. tremuloides*, *P. sieboldii* Miq. и *P. grandidentata*;

III. Секция *Aigeiros* Duby: *Populus nigra*, *P. fremontii* S. Watson, *P. monilifera*, *P. angulate*; гибриды европейского черного тополя с североамериканскими осокорьями: *P. serotina* Dippel, *P. regenerate* C.K. Schneid., *P. eugenei* K. Koch, *P. marilandica* Bosc, *P. henryana* Dode, *P. robusta* Dode, *P. lloydii* A. Henry;

IV. Секция *Tacamahaca* Spach: *Populus candicans* Aiton, *P. tristis* Fischer, *P. maximowiczii* A. Henry, *P. suaveolens* Fischer, *P. balsamifera*, *P. angustifolia* E. James, *P. laurifolia*, *P. trichocarpa* Torr. & A. Gray ex Hook., *P. simonii* Carrière; гибриды, одним из родителей которых, возможно, является *P. laurifolia*, – *P. berolinensis* K. Koch,

Populus wobstii R.I. Schröd., *P. rasumowskyana* (R.I. Schröd. ex Regel) Dippel, *P. petrowskyana* R.I. Schröd. ex Regel.

V. Секция *Leucoides* Spach: *Populus lasiocarpa* Olivier, *P. heterophylla*.

Авторы приняли простую схему классификации и широкую трактовку видов, для большинства широко распространенных приводятся описанные к тому времени разновидности и комплекс синонимов. Описание видов, их экологии, распространения, замечательных экземпляров отдельных видов и сейчас представляют определенный интерес. Наряду с гибридами, возникшими внутри секции черных тополей, приведено описание растений, возникших, вероятно, от скрещивания *Aigeiros* с видами секции *Tacamahaca*, т.е. межсекционных. Последние рассмотрены в рамках секции бальзамических тополей.

Работа Элвеса и Генри (1913) оказала заметное влияние на последующие исследования рода *Populus*. Практически во всех работах 1920–1940-х гг. сохраняется простое деление на 5 секций, варьирует количество видов, форм, гибридов [Sargent, 1922; Houtzager, 1937; Rehder, 1947]. С 1947 г. большая часть широко рассредоточенных исследований начала координироваться в рамках Международной комиссии по культуре тополя (в система FAO ООН) под председательством французского профессора Филиберта Гинье. По сути, эта комиссия утвердила предложенное деление рода на 5 секций.

Как мы уже отмечали, позиция L.A. Dode со сложным делением рода на подроды *Populus* и последующие единицы с узким взглядом на вид не получила широкого распространения за рубежом, где тополь, как уже отмечалось, давно и широко применялся в культуре и дендрологами-практиками были накоплены знания о полиморфизме его таксонов. В нашей стране предложенная Dode (1905) система была использована В.Л. Комаровым (1934, 1936) для построения первой отечественной классификации рода.

Владимир Леонтьевич Комаров продолжил систематическое исследование рода *Populus* в рамках узкой концепции вида. Его отличают широкое привлечение материалов с обширной территории СССР и собственное понимание морфолого-географического метода. Напомним, что В.Л. Комаров выдвинул следующее положение: «Вид – это морфологическая система, помноженная на географическую определенность». Практически это означало, что видом надо называть всякое однородное население растений, распространенное в известной области, если оно отличается от сходного населения, живущего в соседней области, хотя бы одним морфологическим признаком. В результате, несмотря на некоторую корректировку, трактовка вида, предложенная

В.Л. Комаровым, не вышла за рамки монотипической. По мнению К.М. Завадского (1967), такое понимание сильно обеднило теоретическую концепцию вида, поскольку отбросило физиологический и экологический критерии его выделения.

В издании «Флора СССР» (1936) В.Л. Комаров принял предложенное Л.А. Доде деление рода *Populus* на три подрода и предложил схожие с «группами» «ряды» при описании 25 видов рода, произрастающих на территории страны, и 11 – известных в культуре сопредельных территорий.

1. Подрод *Turanga* Bge – Туранги, включающий два ряда: *Euphratiae* (Dode) Kom. – Ефратские тополи и *Pruinosae* (Dode) Kom. – Сизолистные тополи.

2. Подрод *Leuce* Duby in DC. – Лейка также включает два ряда: *Albidae* Dode – Серебристые тополи и *Trepididae* Dode – Осины.

3. Подрод *Eupopulus* Dode – Настоящие тополи включает две секции *Aegirus* Asch. – осокори и *Tacamahacae* – Бальзамические тополи.

Последняя включает в себя два ряда: *Laurifoliae* Kom. – Лавролистные тополи; *Suaveolentes* Kom. – Душистые тополи.

В подроде *Turanga* насчитывалось пять полноценных видов. Ряд *Euphratiae* – *Populus diversifolia* Schrenk, *P. ariana* Dode, *P. litwinowiana* Dode, *P. eufratica*, ряд *Pruinosae* – *Populus pruinosa* Schrenk.

В подроде *Leuce*, подобно французскому исследователю, В.Л. Комаров выделил белые тополи и осины, но уже не в ранге секций, а рядов, и резко сократил количество видов, сохранив только «виды», имеющие географическую приуроченность (ареал) и исключив культивары. Так, в ряд *Albidae* включены *Populus nivea* (Ait.) Willd., *P. bolleana* Lauche., *P. alba*, *P. canescens*, ряд *Trepididae* – *Populus tremula* с территории СССР и *P. davidiana* Dobe, *P. sieboldii* – с пограничных территорий.

В.Л. Комаров отказался от деления секции *Aegirus* подрода *Eupopulus* на группы и привел только два известных ранее вида – *Populus nigra* и *P. pyramidalis* и три новых вида, которые он впервые описал как представленные на территории Средней Азии [Комаров, 1934]: *P. usbekistanica* Kom., *P. cataracti* Kom., *P. tadschikistanica* Kom., а также ряд интродуцированных видов. В.Л. Комаров значительно пересмотрел состав бальзамических тополей (секция *Tacamahacae*) на территории Средней Азии. В частности, он впервые описал *P. pamirica* Kom., *P. densa* Kom., *P. talassica* Kom., которые вместе с Алтае-Саянским *P. laurifolia* составили ряд *Laurifoliae* на территории СССР. Ряд душистых тополей, наряду с *Populus suaveolens*, *P. maximowiczii* A. Henry, *P. koreana* Rehd., пополнился *P. ussuriensis* Kom., *P. baikallensis* Kom.

и *Populus amurensis* Ком. Несмотря на то, что многие из этих видов в настоящее время уже не рассматриваются как реально существующие, вклад В.Л. Комаров в изучение рода *Populus* на территории бывшего СССР в первой половине XX в. следует признать очень значительным. Необходимо помнить, что его исследования осуществлялись во время сложных перипетий в истории отечественной биологии, становления понятия «вида», признания наличия внутривидовой изменчивости, отсутствия разработанной системы соподчиненных внутривидовых единиц.

Классификация *Populus*, предложенная В.Л. Комаровым, получила прямое продолжение в капитальной шеститомной сводке «Деревья и кустарники СССР», увидевшей свет после Великой Отечественной войны (1949–1962 гг., под редакцией Сергея Яковлевича Соколова). В работе приводится 30 дико произрастающих видов, 12 культивируемых и 6 гибридных таксонов, выявленных на территории СССР к середине XX в. В целом, система В.Л. Комарова была дополнена новым рядом *Balsamifera* Dode – Бальзамические тополи, в секции *Tacamahacae*, подрода *Europulus*, а объем рода увеличился благодаря интенсивным ботаническим исследованиям, развернувшимся на территории страны, на базе предложенной В.Л. Комаровым узкой трактовки вида. Поэтому в списке оказались виды, отличные от родственных им в группе по незначительным и, как сейчас знаем, сильно варьирующим признакам – например, опушению – *Populus nivea*, *P. berkarensis* Poljakov, *P. villosa* Lang. и т.д. В то же время авторы впервые привели известные тогда формы для ряда крупных видов и весьма точно установили гибридную природу ряда широко распространяемых культиваров: *P. × berlinensis*, *P. × woobsti*, *P. × rasumowskiana*, *P. × moskoviensis* R.I. Schröd., *P. × petrowskiana* и одного естественного гибрида – *P. × canescens*.

Таким образом, к середине XX в. сложилось два основных подхода к классификации рода *Populus*. Первый – простая система, построенная по принципу «род–секция–вид», второй – сложное деление на подроды, секции и подсекции (ряды, группы): «род – подрод – секция – подсекция (группа) – вид». Сложные классификации особенно широкое распространение получили в СССР, в частности, к ним стоит отнести системы, предложенные Р.В. Камелиным (1973), А.П. Царевым (1985), А.А. Паутовым (1996, 2002) и А.К. Скворцовым (2010). Каждая из них отличается не только спецификой классификации, но и объемом признаваемых видов и гибридов. Однако в целом в них прослеживается тенденция к переходу от узкой монотипической трактовки вида к его широкому политипическому пониманию и сокращению количества признаваемых

видов *Populus*. Сложные классификации были предложены и за пределами СССР, в частности, польскими специалистами Казимежем Бровичем [Browicz, 1966] и Владиславом Бугала [Bugala, 1967].

Казимеж Брович предложил новую секцию *Tsavo* Jarm. для включения в нее восточноафриканского вида *Populus ilicifolia* (Engl.) Rouleu, обычно причисляемого к секции *Turanga*. По его представлениям, род включал два подрода:

Подрод 1. *Balsamiflua* (Griff.) Browicz, comb. nov., с двумя секциями:

Секция 1. *Tsavo* (Jarm.) Browicz, comb. nov.

Секция 2. *Turanga* Bunge, Pl. Lehmannianae 322 (1852)

Подрод 2. *Populus*

Секция 1. *Populus*

Секция 2. *Agerios* Duby in DC Bot. Gallic. ed. 2., 1: 427 (1828)

Секция 3. *Leuroides* Spach, Ann. Sc. Nat. Bot. ser. 2., 15: 30 (1841)

Секция 4. *Tacamahaca* Spach, Ann. Sc. Nat. Bot. ser. 2, 15: 32 (1841)

Владислав Бугала выделил в роде три подрода [Bugala, 1967]. Он сохранил предложенный К. Бровичем подрод *Balsamiflua* (Griff) Browicz с двумя соответствующими секциями. Но разделил подрод *Populus* на два: *Populus* и *Balsamifera* Bugala. В подрode *Populus* выделил две секции: *Albidae* Dode и *Trepidae* Dode. В подрode *Balsamifera* – три: *Leuroides* Spach, *Tacamahaca* Spach и *Aigeiros* Duby. В секции *Aigeiros* он выделил две подсекции – *Americanae* Bugala и *Euroasiaticae* Bugala. В подсекцию *Americanae* помещены ее североамериканские представители, а в подраздел *Euroasiaticae* – евразийские. С этим предложением сложно не согласиться, учитывая наличие потока генов среди видов на одном континенте (сингамеон) [Cronk, Suarez-Gonzalez, 2018; Насимович и др., 2019; Климов, Прошкин, 2021, 2024]. По такому географическому принципу в целом можно разделять белые, черные, крупнолистные и бальзамические тополи, представленные на обоих континентах – Евразии и Северной Америке.

В мировой научной практике, как мы уже отмечали, наиболее широкое распространение получила простая система, предложенная Международной тополевой комиссией. Следует отметить, что и в СССР уже с 1950-х гг. она широко применялась специалистами [Озолин, 1962; Щепотьев, Павленко, 1975; Бессчетнов, 1975; Редько, 1975; Бакулин, 2004, 2007; Сиволапов, 2005].

При этом отдельные исследователи рода предлагали различные ее корректировки. В частности, в секцию *Ciliata* было предложено включить гималайский вид *Populus ciliata*, который ранее причислялся к *Leuroides* [Khosla, Khurana, 1982]. Ü. Tamm (1971) предложил из-за

явных различий между видами секции *Populus* разделить ее на две под-секции: белые тополи и осины. Позднее была предложена еще и другая секция – *Abaso* – для включения в нее *Populus mexicana*, слабо связанного с другими видами секции *Aigeiros*, в которую он был предварительно помещен [Eckenwalder, 1977].

Дальнейшим развитием системы Международной тополевой комиссии явилась простая классификация Дж.Е. Экенвальдера [Eckenwalder, 1996]. Основываясь на анализе 76 морфологических признаков, для классификации 29 видов *Populus* автор принял деление рода на шесть секций:

- Секция 1. *Abaso* Eckenw. – мексиканские тополи;
- Секция 2. *Turanga* Bunge – пустынные тополи;
- Секция 3. *Leucoides* Spach – крупнолистные тополи;
- Секция 4. *Aigeiros* Duby – черные тополи;
- Секция 5. *Tacamahaca* Spach – бальзамические тополи;
- Секция 6. *Populus* L. – белые тополи.

В настоящее время она получила наиболее широкое распространение среди исследователей рода. Хотя и объем, и трактовка секций, и тем более количество видов в них остаются спорными. В частности, в современной китайской систематике только на территории Китая выделяют до 61 вида *Populus* [Wan et al., 2023]. Впрочем, это тема отдельного исследования.

Заключение

Тополы сопровождали развитие западной цивилизации с ранних этапов ее становления в Междуречье. Знания о роде прошли от мифических представлений через практическое применение к становлению научной систематики с момента описания рода К. Линнеем.

В XIX в. произошло становление систематики рода *Populus* с выделением единиц рангом выше вида, в частности, секций. Началось создание простых классификаций, построенных по принципу «род–секция–вид», признававших в роде ограниченное количество полиморфных видов.

Важнейшей работой, выполненной в данном направлении, явился фундаментальный труд Генри Джона Элвеса и Августина Генри, содержащий детальный обзор рода *Populus*. Авторы рассмотрели около двадцати пяти видов, разделенных на пять секций: *Turanga*, *Leuce*, *Aigeiros*, *Tacamahaca* и *Leucoides*. С 1947 г. эта классификация была признана рамках Международной комиссией по культуре тополя (в системе FAO ООН).

Параллельно с ними в начале XX в. на фоне развития представлений о биологическом виде и, в частности, монотипической его трактовки,

появляются и получают развитие сложные классификации рода, построенные по принципу «род – подрод – секция – подсекция (группа) – вид». Все эти системы были построены на основе анализа морфологических признаков, поэтому рассматриваемый этап можно назвать морфологическим.

В настоящее время единой общепризнанной системы *Populus* нет. Среди исследователей наибольшее распространение получила простая классификация, предложенная Дж.Е. Экенвальдером [Eckenwalder, 1996]. Современная трактовка секций, количество видов в них, значение новых молекулярно-генетических исследований для систематики рода, ее проблемы и сложности требуют отдельного рассмотрения.

Библиографический список / References

Бакулин В.Т. Интродукция и селекция тополя в Сибири. Новосибирск, 1990. [Bakulin V.T. Introduktsiya i selektsiya topolya v Sibiri [Introduction and selection of poplar in Siberia]. Novosibirsk, 1990.]

Бакулин В.Т. Тополь лавролистный. Новосибирск: 2004. [Bakulin V.T. Topol lavrolistniy [Laurel-leaved poplar]. Novosibirsk, 2004.]

Бакулин В.Т. Тополь черный в Западной Сибири. Новосибирск, 2007. [Bakulin V.T. Topol chyorniy v Zapadnoy Sibiri [Black poplar in Western Siberia]. Novosibirsk, 2007.]

Бессчетнов П.П. Роль интрогрессивной гибридизации в образовании новых видов тополей // Труды института экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР. 1975. Вып. 91. С. 3–9. [Besschetnov P.P. The role of introgressive hybridization in the formation of new poplar species. *Proceedings of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Scientific Center, USSR Academy of Sciences*. 1975. No. 91. Pp. 3–9. (In Rus.)]

Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система // Труды Бюро по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931. Т. 20. Вып. 3. С. 109–134. [Vavilov N.I. Linnaean species as a system. *Transactions of the Bureau of Applied Botany, Genetics and Breeding*. 1931. Vol. 20. No. 3. Pp. 109–134. (In Rus.)]

Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии М., 1999. С. 419–423. [Vorontsov N.N. Development of evolutionary ideas in biology. Moscow, 1999.]

Завадский К.М. Вид и водообразование Л., 1967. [Zavadskiy K.M. Vid i vodoobrazovanie [Species and water formation]. Leningrad, 1967.]

Камелин Р.В. Флористический анализ естественной флоры Горной Средней Азии. Ленинград, 1973. [Kamelin R.V. Floristicheskiy analiz estestvennoy flory Gornoy Sredney Azii [Floristic analysis of the natural flora of Mountainous Central Asia]. Leningrad, 1973.]

Климов А.В., Прошкин Б.В. Происхождение и эволюция рода *Populus* L. (семейство Salicaceae) // Социально-экологические технологии. 2024. Т. 14. № 2. С. 205–238. DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-2-205-238 [Klimov A.V.,

Proshkin B.V. Origin and evolution of the genus *Populus* L. (family Salicaceae). *Environment and Human: Ecological Studies*. 2024. Vol. 14. No. 2. Pp. 205–238. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-2-205-238]

Климов А.В., Прошкин Б.В. Морфология *Populus suaveolens* Fisch. в популяциях Северо-Востока России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2021. № 55. С. 19–41. DOI: 10.17223/19988591/55/2. [Klimov A.V., Proshkin B.V. Morphology of *Populus suaveolens* Fisch. in populations of North-East Russia. *Bulletin of Tomsk State University. Biology*. 2021. No. 55. Pp. 19–41. (In Rus.)]

Комаров В.Л. Род тополь – *Populus* L. // Флора СССР. М.; Л., 1936. Т. 5. С. 216–242. [Komarov V.L. Poplar genus – *Populus* L. *Flora of the USSR*. Moscow; Leningrad, 1936. Vol. 5. Pp. 216–242. (In Rus.)]

Комаров В.Л. Тополя СССР // Ботанический журнал. 1934. Т. 19. № 5. С. 495–511. [Komarov V.L. Poplars of the USSR. *Botanical Journal*. 1934. Vol. 19. No. 5. Pp. 495–511. (In Rus.)]

Насимович Ю.А., Костина М.В., Васильева Н.В. Концепция вида у тополей (genus *Populus* L., Salicaceae) на примере представителей подрода *Tacamahaca* (Spach) Penjkovsky, произрастающих в России и сопредельных странах // Социально-экологические технологии. 2019. Т. 9. № 4. С. 426–466. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-4-426-466. [Nasimovich Yu.A., Kostina M.V., Vasilyeva N.V. The concept of species in poplars (genus *Populus* L., Salicaceae) using the example of representatives of the subgenus *Tacamahaca* (Spach) Penjkovsky, growing in Russia and neighboring countries. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2019. Vol. 9. No. 4. Pp. 426–466. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-4-426-466 (In Rus.)]

Озолин Г.П. Селекция тополя в Узбекистане на быстроту роста, производительность и устойчивость к болезням и вредителям. Ташкент, 1962. [Ozolin G.P. *Seleksiya topolya v Uzbekistane na bystrotu rosta, proizvoditelnost i ustoychivost k boleznyam i vreditelyam* [Poplar breeding in Uzbekistan for growth rate, productivity and resistance to diseases and pests]. Tashkent, 1962.]

Паутов А.А. Основные направления и закономерности преобразования структуры листа в эволюции тополей: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1996. [Pautov A.A. *Osnovnye napravleniya i zakonomernosti preobrazovaniya struktury lista v evolyutsii topoley* [The main directions and patterns of leaf structure transformation in the evolution of poplars]. Dr. Hab. dis. St. Petersburg, 1996.]

Паутов А.А. Структура листа в эволюции тополей. СПб., 2002. Труды С.-Петербурга. об-ва естествоиспытателей. Сер. 3. Т. 78. [Pautov A.A. *Struktura lista v evolyutsii topoley* [Leaf structure in the evolution of poplars]. St. Petersburg, 2002.]

Редько Г.И. Биология и культура тополей. Л., 1975. [Redko G.I. *Biologiya i kultura topoley* [Biology and culture of poplars]. Leningrad, 1975.]

Сиволопов А.И. Тополь сереющий: генетика, селекция, размножение. Воронеж, 2005. [Sivolarov A.I. *Topol sereyushchiy: genetika, seleksiya, razmnozhenie* [*Populus × canescens*: Genetics, selection, reproduction]. Voronezh, 2005.]

Скворцов А.К. Ивы СССР. М., 1968. [Skvortsov A.K. *Ivy SSSR* [Willows of the USSR]. Moscow, 1968.]

Скворцов А.К. Систематический конспект рода *Populus* в Восточной Европе, Северной и Средней Азии // Бюллетень Главного ботанического сада. 2010. Вып. 196. С. 62–73. [Skvortsov A.K. Systematic summary of the genus *Populus* in Eastern Europe, Northern and Central Asia. *Bulletin of the Main Botanical Garden*. 2010. Issue 196. Pp. 62–73. (In Rus.)]

Соколов С.Я. Деревья и кустарники СССР. М.; Л., 1951. Т. 2. С. 174–217. [Sokolov S.Ya. *Derevya i kustarniki SSSR* [Trees and shrubs of the USSR]. Moscow; Leningrad, 1951. Vol. 2.]

Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л., 1987. [Takhtadzhyan A.L. *Sistema magnoliophitov* [Magnoliophyte system]. Leningrad, 1987.]

Царев А.П. Биолого-структурные особенности и палеопроисхождение рода *Populus* L. (Обзор) // Лесной вестник. 2019. Т. 23. № 2. С. 121–126. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-121-126 [Tsarev A.P. Biological and structural features and paleoorigin of the genus *Populus* L. (Review). *Lesnoy Vestnik*. 2019. Vol. 23. No. 2. Pp. 121–126. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-121-126 (In Rus.)]

Царев А.П. Сортоведение тополя. Воронеж, 1985. [Tsarev A.P. *Sortovedenie topolya* [Poplar variety science]. Voronezh, 1985.]

Щепотьев Ф.Л., Павленко Ф.А. Разведение быстрорастущих древесных пород. М., 1975. [Shchepotev F.L., Pavlenko F.A. *Razvedenie bystrorastushchih drevesnyh porod* [Breeding of fast-growing tree species]. Moscow, 1975.]

Angiosperm Phylogeny Group (APG), An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2003. Vol. 141. No. 4. Pp. 399–436.

Browicz K. *Populus ilicifolia* (Engler) Rouleau and its taxonomic position. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 1966. Vol. 35. No. 2. Pp. 325–335.

Bugala W. Systematyka euroazjatyckich topoli z grupy *Populus nigra* L. *Arboretum Kórnickie*. 1967. Vol. 12. Pp. 5–219.

Bunge A. von. Beitrag zur Kenntniss der Flora Russlands und der Steppen Central-Asiens. *Mémoires Présentés à l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg par Divers Savants et lus dans ses Assemblées*. 1852. Vol. 7. Pp. 498.

Cronk Q.C., Suarez-Gonzalez A. The role of interspecific hybridization in adaptive potential at range margins. *Molecular Ecology*. 2018. Vol. 27. Pp. 4653–4656.

Dode L.A. Genre *Populus*. Paris, 1905. Pp. 12–73.

Duby J.E. *Botanicon gallicum seu Synopsis plantarum in flora Gallica descriptarum*. Paris, 1828.

Eckenwalder J.E. North American cottonwoods (*Populus*, Salicaceae) of sections Abaso and Aigeiros. *Journal of the Arnold Arboretum*. 1977. Vol. 58. Pp. 194–208.

Eckenwalder J.E. Systematics and evolution in *Populus*. Biology of *Populus* and its implications for management and conservation. Canada, 1996. Chapter 1. Pp. 7–32.

Elwes H.J., Henry A. The trees of Great Britain and Ireland. 1913. Vol. VII. Pp. 1771–1846.

Hartig T. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin, 1851. Pp. 427–445.

Henri-Louis Duhamel du Monceau *Traité des arbres et arbustes qui se cultivent en france en pleine terre*. Paris, 1755. T. 2. Pp. 177–178.

Isebrands J.G., Richardson J. Poplars and willows: Trees for society and the environment. Italy, 2014. Pp. 1–39.

Khosla P.K., Khurana K.D. Evolution of genus *Populus* L. and systematic placement of *P. ciliata* Wall. ex Royle. *Journal of Tree Sciences*. 1982. Vol. 1. Pp. 81–87.

Korbik M. Przegląd systematyki rodzaju *Populus* L. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego*. 2020. Vol. 68. Pp. 77–90.

Linnaeus C. Species plantarum. *Holmiae: Laurentii Salvii*. 1753. Vol. 2. Pp. 1034–1035.

Michaux A.F. Histoire des arbres forestiers de l'Amérique septentrionale, considérés principalement sous les rapports de leur usages dans les arts et de leur introduction dans le commerce. Paris, 1812. Vol. 1. Pp. 39–40.

Ogutcen E., de Lima Ferreira P., Wagner N.D. Phylogenetic insights into the Salicaceae: The evolution of willows and beyond. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2024. Vol. 199. Article 108161. DOI: 10.1016/j.ympev.2024.108161

Spach E. Histoire naturelle des végétaux. Phanérogames. 1841. Pp. 378–395.

Stettler R.F. Cottonwood and the River of Time. University of Washington Press, Seattle, Washington, 2009.

Tamm Ü. Eestis kasvavad paplid. Abiks Loodu sevaatlejale. Tallin, 1971.

Tidestrom I. Notes on *Populus*, *Plinius*. *The American Midland Naturalist*. 1909. Vol. 1. No. 5. Pp. 113–118.

Wan X., Shy Y., Huang J. An overview and prospect on taxonomy of the genus *Populus*. *Bulletin of Botanical Research*. 2023. Vol. 43. No. 2. Pp. 161 – 168.

Статья поступила в редакцию 18.12.2024, принята к публикации 14.01.2025
The article was received on 18.12.2024, accepted for publication 14.01.2025

Сведения об авторах / About the authors

Прошкин Борис Владимирович – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник организационно-научного и редакционно-издательского отделения, Кузбасский институт Федеральной службы исполнения наказаний, г. Новокузнецк, Кемеровская обл.; научный сотрудник лаборатории лесных генетических ресурсов, Западно-Сибирское отделение Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Российская Федерация

Boris V. Proshkin – PhD in Biology; senior researcher at the Organizational-scientific and Editorial-publishing Department, KI of the FPS of Russia, Novokuznetsk, Kemerovo region; researcher at the Forest Genetic Resources Laboratory, West-Siberian Division of the V.N. Sukachev Forest Institute of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2351-9879>

E-mail: boris.vladimirovich.93@mail.ru

Климов Андрей Владимирович – кандидат биологических наук; директор по научной работе, ООО «ИнЭКА-консалтинг», г. Новокузнецк, Кемеровская обл.; научный сотрудник лаборатории лесных генетических ресурсов, Западно-Сибирское отделение Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Российская Федерация

Andrey V. Klimov – PhD in Biology; scientific director, InEKA-Consulting LLC, Novokuznetsk, Kemerovo region; researcher at the Forest Genetic Resources Laboratory, West-Siberian Division of the V.N. Sukachev Forest Institute of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6750-4807>

E-mail: populus0709@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Б.В. Прошкин – анализ и интерпретация результатов обработки данных, подготовка текста статьи

А.В. Климов – общее руководство направлением исследования, обработка данных, подготовка текста статьи

Contribution of the authors

B.V. Proshkin – analysis and interpretation of the results of data processing, preparation of the text of the article

A.V. Klimov – general management of the research direction, data processing, preparation of the article text

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-27-65

УДК 502.75+574+581.9

**Д.А. Филиппов^{1, 2}, А.Н. Левашов³,
Ю.А. Бобров⁴, А.С. Комарова¹**

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

² Ботанический сад Уральского отделения РАН,
620144 г. Екатеринбург, Российская Федерация

³ Центр творчества,
160004 г. Вологда, Российская Федерация

⁴ Сыктывкарский государственный университет
имени Питирима Сорокина,
167001 г. Сыктывкар, Российская Федерация

Классификация эколого-ценотических групп растений Вологодской области

Впервые приводится классификация эколого-ценотических групп высших растений непосредственно для территории Вологодской области (Север Европейской России). Она разработана на основе экспертного подхода с учетом региональных особенностей. При выделении групп ориентировались на экологическую общность видов, приуроченность к одинаковым растительным сообществам и высокую совместную встречаемость. В ряде случаев дополнительным критерием служили обилие и частота встречаемости в определенном типе местообитаний. Всего выделено и охарактеризовано 25 эколого-ценотических групп растений, объединенных в шесть комплексов (лесные и опушечные; луговые; болотные; водные и околотовные; субстратные; антропогенные).

Ключевые слова: эколого-ценотические группы, сосудистые растения, листостебельные мхи, печёночники, местообитания, Вологодская область



Благодарности. Работа выполнена в рамках государственных заданий № 121051100099-5 Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН и № 123112700111-4 Ботанического сада Уральского отделения РАН.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Классификация эколого-ценотических групп растений Вологодской области / Д.А. Филиппов, А.Н. Левашов, Ю.А. Бобров, А.С. Комарова // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 1. С. 27–65. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-27-65

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-27-65

**D.A. Philippov^{1, 2}, A.N. Levashov³,
Yu.A. Bobroff⁴, A.S. Komarova¹**

¹ Papanin Institute for Biology of Inland Waters
Russian Academy of Sciences,
Borok, Yaroslavl region, 152742, Russian Federation

² Botanical Garden of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, 620144, Russian Federation

³ Institution of Additional Education “Center of Creativity”,
Vologda, 160004, Russian Federation

⁴ Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,
Syktyvkar, Komi Republic, 167001, Russian Federation

Classification of ecological-coenotic groups of plants of Vologda region

The paper presents the first comprehensive classification of ecological-coenotic groups of vascular plants specific to Vologda region (Northern European Russia). It was developed based on an expert approach taking into account regional characteristics. When identifying groups, the ecological commonality of species, their association with the same plant communities and high joint occurrence were taken into account. In some cases, abundance and frequency of occurrence in a certain type of habitat served as an additional criterion. In total, 25 ecological-coenotic groups of plants were identified and

characterized, united into six complexes of groups (Forest and Intra-forest; Meadow; Mire; Aquatic and Semi-aquatic; Substrate; Anthropogenic).

Key words: ecological-coenotic groups, vascular plants, mosses, liverworts, habitats, 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) and for Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (no. 123112700111-4).

FOR CITATION: 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*. 2025. Vol. 15. No. 1. Pp. 27–65. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-27-65

Введение

Эколого-ценотическая группа (далее ЭЦГ) – устойчивое сочетание видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов и приуроченных к одинаковым местообитаниям и показавших высокую взаимную встречаемость [Ниценко, 1969; Смирнов, Ханина, Бобровский, 2006; Дёгтева, Новаковский, 2012]. ЭЦГ растений широко используются в экологических исследованиях для решения задач оценки экосистемного и структурного разнообразия, при типизации фитоценозов, для моделирования и прогноза динамики растительности, для прогнозирования условий местообитаний и др. [Смирнова, Ханина, Смирнов, 2004; Смирнов, Ханина, Бобровский, 2006]. Такая широта применения способствовала развитию классификаций как для растений избранных биотопов [Кузнецов, 2006; Королюк, Тищенко, 2020] или систематических групп [Гетманец, Артеменко, 2017], так и для территорий на уровне регионов или их серии [Ниценко, 1969; Зозулин, 1973; Смирнова, Ханина, Смирнов, 2004; Дёгтева, Новаковский, 2012; Назаренко, Пасечнюк, 2019; Эколого-ценотические группы..., 2020 и др.]. Учитывая изменения экологии и активности видов в ареале, очень сложно выработать единую классификацию для больших территорий, однако этот вопрос становится более посильным при анализе разнообразия отдельного региона.

Наши интересы лежат в сфере изучения биоразнообразия Вологодской области – крупного региона северной части Европейской России (144,5 км²), расположенного на границе южной и средней подзон тайги [Природа..., 2007]. До настоящего времени классификаций ЭЦГ

растений применительно именно к данному субъекту РФ нам не известно [Филиппов, 2010]. Как правило, в ботанических работах по области использовали классификации ЭЦГ, разработанные для других регионов (см., например, [Филиппов, 2008б; Кононова, 2017; Левашов, Жукова, Филиппов, 2024]).

Цель настоящей работы – разработка классификации ЭЦГ высших растений Вологодской области на основании экспертного подхода.

Объекты и методы

Исследования основаны на собственных полевых многолетних данных, полученных на территории всех административных и природных районов Вологодской области, а также на анализе гербарных материалов (VO, MIRE, LE, LECB, MW, МНА и др.) и опубликованных сведений [Иваницкий, 1883; Антонов, 1888; Снятков, 1889; Колмовский, 1898; Исполатов, 1905; Шенников, 1913, 1914; Ильинский, 1915, 1916; Бронзов, 1927; Федченко, Бобров, 1927; Корчагин, 1929; Перфильев, 1934, 1936; Леонтьев, 1949; Бобровский, 1957; Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957; Самсонова, 1959; Гаврилов, Карпов, 1962; Абрамова, Козлова, 1970; Распопов, 1985; Орлова, 1993; Красная..., 2004; Сосудистые растения..., 2004; Природа..., 2007; Филиппов, 2008б, 2023; Чхобадзе, Филиппов, Левашов, 2014; Кононова, 2017; Kutenkov, Philippov, 2019a, 2019b; Левашов, Романовский, Филиппов, 2021; Philippov et al., 2021, 2022; Philippov, Komarova, 2022; Левашов и др., 2024 и др.].

Классификация разработана на основе экспертного подхода специально для условий Вологодской области, но опирается на работы по другим регионам [Ниценко, 1969; Цвелёв, 2000; Смирнова, Ханина, Смирнов, 2004; Кузнецов, 2006; Смирнов, Ханина, Бобровский, 2006; Дёгтева, Новаковский, 2012]. При выделении групп ориентировались на экологическую общность видов, приуроченность к одинаковым растительным сообществам и высокую совместную встречаемость. В ряде случаев дополнительным критерием служили обилие и частота встречаемости в определенном типе местообитаний (как, например, для земноводных растений).

Номенклатура приводится по “Catalogue of Life” [Bánki et al., 2024].

Результаты

Далее приведена классификация ЭЦГ растений, произрастающих на территории Вологодской области (рис. 1). Всего выделено 25 ЭЦГ применительно к высшим растениям, включая как аборигенные, так и чужеродные, вне зависимости от их жизненной формы. Один вид



Рис. 1. Схема классификации эколого-ценотических групп растений Вологодской области

Fig. 1. Scheme of classification of ecological-coenotic groups of plants of the Vologda Region

может быть только в одной ЭЦГ. Нумерация групп сквозная. В случае, если в регионе подробно изучалась биология и экология одного из представителей обсуждаемой группы, то ссылка на соответствующее исследование приводится сразу после названия вида.

Все ЭЦГ объединены в более крупные/обобщенные группировки, которые мы называем комплексами ЭЦГ. В качестве основного варианта выделено шесть комплексов, но их количество, а также содержание (в виде включенных в них ЭЦГ) могут быть скорректированы с учетом поставленных перед исследователем задач.

I. Комплекс лесных и опушечных эколого-ценотических групп

Эколого-ценотическая группа 1. Таежная лесная

Включает растения еловых и пихтово-еловых лесов. Данные леса являются преобладающими, зональными для региона. Лесообразующими породами выступают *Picea abies* (L.) Н. Karst. – в западных и центральных районах, *P. obovata* Ledeb. – в центральных и восточных, а также достаточно широко представленный гибрид между ними (*P. fennica* (Regel) Kom.) [Бобровский, 1957; Орлова, 1990; Рысин, Савельева, 2002]. В основном в восточной половине области на достаточно увлажненных и богатых почвах с хорошей аэрацией в древостое активную роль играет *Abies sibirica* Ledeb. [Нешатаев, 1963]). При всем разнообразии ельников преобладают леса из зеленомошной секции [Корчагин, 1929; Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957; Гаврилов, Карпов, 1962].

Растения в темнохвойных лесах по экологическим требованиям чаще всего относятся к мезофитам (ближе к гигромезофитам) и мезогигрофитам, требовательным к влажности почвы и особенно к влажности воздуха, мезотрофам и олигомезотрофам, глубоко тенистым и субтенистым. Помимо доминирующих древесных пород к данной ЭЦГ относятся *Vaccinium myrtillus* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Calypso bulbosa* (L.) Oakes, *Cornus suecica* L., *Daphne mezereum* L., *Epipogium aphyllum* Sw., *Equisetum scirpoides* Michx., *E. sylvaticum* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh., *Linnaea borealis* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Neottia cordata* (L.) Rich., *Oxalis acetosella* L., *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt, *Spinulum annotinum* ssp. *annotinum* (L.) A. Haines, а также некоторые мохообразные (*Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr., *Sphagnum wulfianum* Girg., *Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Schreb.) Loeske, *Plagiochila asplenoides* (L.) Dumort.). Учитывая, что березняки являются вторичными по отношению к ельникам, то в данную группу мы включаем и *Betula pubescens* Ehrh.

Эколого-ценотическая группа 2. Таежная опушечная

Образована видами, растущими в окнах темнохвойных лесов и на их опушках. Подавляющее большинство видов – мезофиты, мезотрофы, которые не выносят сильного затенения. К этой группе относятся, например, *Actaea erythrocarpa* Fisch., *Cinna latifolia* (Trevir.) Griseb., *Cirsium rivulare* (Jacq.) All., *Clematis sibirica* (L.) Mill., *Galium triflorum* Michx., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Sorbus aucuparia* L.

Эколого-ценотическая группа 3. Боровая лесная

Включает растения сосновых лесов. Прежде всего, имеются в виду мезофильные зеленомошные сосняки, формирующиеся на умеренно кислых автоморфных почвах, средней степени увлажнения [Кучеров, 2017]. В отличие от ЭЦГ 1, виды выдерживают более ксерофитные и континентальные условия. Помимо лесообразующих пород (*Pinus sylvestris* L. и *Larix sibirica* Ledeb.), к этой группе относятся *Avenella flexuosa* (L.) Drejer, *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub, *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman, *Lysimachia europaea* (L.) U. Manns & Anderb., *Lycopodium clavatum* L., *Melampyrum pratense* L., *M. sylvaticum* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pyrola media* Sw., *P. rotundifolia* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Veronica officinalis* L., а также целый ряд типичных лесных мхов (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw., *D. scoparium* Hedw., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.). В эту же группу включаем *Betula pendula* Roth как характерный вид производных лесов на месте вырубленных или сгоревших сосняков.

Эколого-ценотическая группа 4. Боровая опушечная

Образована видами разреженных сосновых лесов и их опушек. Основное отличие в экологических условиях от предыдущей ЭЦГ состоит в большей освещенности (открытые или редкоствольные участки с сомкнутостью деревьев, не превышающей 0,4). Также характерны хорошо дренированные, сухие и бедные песчаные слабо- или, реже, средне-подзолистые почвы. Типичным биотопом растений этой ЭЦГ служат сосняки лишайниковые. Разреженные сухие боры постепенно переходят в песчаные поляны, которые, как правило, располагаются на месте бывших вырубок или пожаров, а также вдоль дорог [Цвелёв, 2000]. Такие поляны нередко зарастают *Calluna vulgaris* (L.) Hull либо *Calamagrostis epigeios* Steud. и *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. [Ниценко, 1969].

К сосудистым растениям данной ЭЦГ относим *Juniperus communis* L., *Botrychium boreale* Milde [Verkhovina et al., 2024], *B. matricariifolium* (Döll) A. Braun ex Koch [Левашов и др., 2024], *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Astragalus arenarius* L., *Campanula rotundifolia* L., *Carex ericetorum* Pollich, *Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton [Подольский, 2010], *Dianthus arenarius* L. [Лисина, 2004], *Diphasiastrum tristachyum* (Pursh) Holub, *Festuca ovina* L., *Pilosella officinarum* Vaill., *Pyrola chlorantha* Sw., *Solidago virgaurea* L., *Thymus serpyllum* L., *Veronica spicata* L., а также целый ряд видов преимущественно более южного (в том числе лесостепного) распространения (*Gypsophila fastigiata* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC., *Sempervivum globiferum* L., *Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh. и некоторые др.).

Эколого-ценотическая группа 5. Таежная высокотравная

Образована растениями осиновых лесов и их полян. Осинники приурочены почти исключительно к наиболее богатым и достаточно хорошо дренированным подзолистым и дерново-подзолистым почвам. Возникают осинники после сведения ельников сложных и близких к ним зеленомошных и травяных, чаще всего после пожара. В верхнем пологе древостоя преобладает *Populus tremula* L. (возможна небольшая примесь березы пушистой, ели, сосны).

Сильно развит травяно-кустарничковый ярус (покрытие 80–90%), как правило, двух- или трехярусной структурой, высотой до 1–1,5 м. Среди «высокотравных» растений можно привести в качестве примера *Aconitum septentrionale* Koelle, *Angelica sylvestris* L., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Heracleum sphondylium* ssp. *sibiricum* (L.) Simonk., *Milium effusum* L. Также характерны *Geranium sylvaticum* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Trollius europaeus* L. Среди криптогамных растений к этой ЭЦГ относятся многие эпифитные мхи [Кармазина, Абрамова, 2009], в частности *Neckera pennata* Hedw. [Левашов, Романовский, Филиппов, 2019].

Эколого-ценотическая группа 6. Нитрофильная

Образована растениями сероольшаников. *Alnus incana* (L.) Moench, как правило, формирует древостои вдоль ручьев и рек, на вырубках, гарях, заброшенных сенокосных лугах, истощенных пастбищах [Дёгтева, Ипатов, 1987]. Подобное разнообразие лесорастительных условий связано с тем, что ольха серая, являясь нетребовательной к водно-минеральному питанию породой, способна произрастать на довольно сухих,

в том числе нарушенных минеральных и заболачивающихся при застойном увлажнении почвах. Немаловажными особенностями вида являются вегетативное размножение обильными корневыми отпрысками, быстрый рост и способность к азотфиксации, что позволяет модифицировать среду, обогащая ее, прежде всего, азотом.

В целом, в сероольховых сообществах преобладают мезофиты (но встречаются и гигро- и мезогигрофиты), мезотрофы и мегатрофы. Помимо лесообразующей породы (*Alnus incana* (L.) Moench) в данную ЭЦГ включены *Campanula trachelium* L., *Chrysosplenium alternifolium* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Ficaria verna* Huds., *Lunaria rediviva* L., *Poa remota* Forselles, *Rubus idaeus* L., *Stellaria nemorum* L., *Urtica dioica* L.

Эколого-ценотическая группа 7. Неморальная лесная

Образована растениями широколиственных и смешанных лесов. Древесный ярус в этих лесах формируют прежде всего, широколиственные неморальные виды: *Quercus robur* L. [Бобров, 1927; Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957; Добрынин, Комиссарова, 2012], *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L. В подлеске отмечается *Corylus avellana* L. В регионе эти виды находятся на северных пределах своего распространения, поэтому в естественной среде встречаются преимущественно в южной части области (как правило, небольшими группами и на небольших площадях), но в культуре они выращиваются намного шире (хотя при этом представлены преимущественно единичными экземплярами или небольшими группами/рядами). Часть популяций была утрачена в результате затопления Молого-Шекснинской низменности [Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957]. Для данных лесов характерны почвы повышенного плодородия.

Под пологом широколиственных пород создается специфический экологический режим, определяющий смену сезонных фаз у растений подлеска и травяного покрова, основу которого составляют неморальные травы (*Aegopodium podagraria* L., *Asarum europaeum* L., *Campanula latifolia* L., *Carex digitata* L., *Convallaria majalis* L., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Lamium galeobdolon* ssp. *galeobdolon* (L.) L., *L. maculatum* (L.) L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Rubus holostea* (L.) M.T. Sharples & E.A. Tripp, *Poa nemoralis* L., *Viola mirabilis* L.) при обязательном участии весенних эфемероидов (*Anemone ranunculoides* L. [Селякова, 2004], *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *Hepatica nobilis* Schreb., *Pulmonaria obscura* Dumort.).

Эколого-ценотическая группа 8. Долинная лесная

Включает растения, приуроченные к лесным участкам долин рек. Густые пойменные леса (иногда именуются урёмами) приурочены к низким и средним поймам и речным террасам и простираются вдоль них в виде сплошных или прерывистых полос. Основное отличие этих лесов от лесных массивов на плакорах заключается в особом режиме увлажнения и почвенной аэрации, связанной с амплитудностью водного режима, т.е. смены периодов переувлажнения (паводков) периодами значительного пересыхания почв (или по крайней мере верхних почвенных горизонтов) [Погребняк, 1963]. Также для пойменных местообитаний характерна подвижность субстрата, вызываемая постоянным чередованием эрозии и аккумуляции, что приводит к периодическому изменению трофических условий, механическому повреждению растений и их сообществ, динамичности фитоценозов.

Древесный ярус довольно разнообразный и включает в основном широколиственные и мелколиственные породы, в особенности, *Ulmus laevis* Pall. и *U. glabra* Huns. [Добрынин, Евдокимов, 2016], *Salix caprea* L., *S. pentandra* L., *Prunus padus* L., *Populus nigra* L. (встречается локально лишь в северо-восточной части области). В примеси к ним могут встречаться и растения других ЭЦГ (прежде всего, ель, пихта, черная ольха, дуб, липа).

Сообщества характеризуются густым кустарниковым ярусом из *Ribes nigrum* L., *R. spicatum* E. Robson, *Rosa acicularis* Lindl., *Cornus alba* L., *Lonicera xylosteum* L., *Rubus caesius* L. *Viburnum opulus* L., перевитых *Humulus lupulus* L. Состав травянистых растений, ввиду часто длительных периодов затопления поймы, как правило, небогат. Среди видов данной ЭЦГ *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Galium trifidum* L., *G. uliginosum* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Lysimachia nummularia* L., *Solanum dulcamara* L., *Stachys sylvatica* L., а также ряд высокотравных видов (*Conioselinum tataricum* Hoffm., *Crepis sibirica* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Parasenecio hastatus* (L.) Н. Кояма [Антонова, 2008], *Pleurospermum uralense* Hoffm.).

II. Комплекс луговых ЭЦГ

Эколого-ценотическая группа 9. Долинная луговая

Включает растения, приуроченные к луговым участкам долин рек. Растения данной группы могут произрастать и как вблизи уреза воды, так и продвигаться вглубь долины, но, как правило, не выходя за ее пределы. К этой же группе отнесены растения (например, *Carex aquatilis*

Wahlenb. [Шенников, 1925] и *Iris sibirica* L. [Дудкина, 2008]), отмечаемые на заливаемых приозерных лугах крупных озер. Среди наиболее ярких представителей *Achillea salicifolia* Besser ex DC., *Allium angulosum* L. [Кононова, Кононов, 2017], *Angelica archangelica* L., *Delphinium elatum* L., *Dianthus superbus* L., *Jacobaea paludosa* ssp. *lanata* (Holub) B. Nord., *Lactuca sibirica* (L.) Maxim., *Mentha longifolia* (L.) L., *Origanum vulgare* L., *Phalaris arundinacea* L., *Sanguisorba officinalis* L. [Долотова, Бахтенко, Антонова, 2012], *Senecio sarracenicus* L., *Tanacetum vulgare* L., *Thalictrum flavum* L., *Th. minus* L., *Tragopogon orientalis* L. [Кононова, 2014], *Veratrum lobelianum* Bernh., *Veronica longifolia* L.

Эколого-ценотическая группа 10. Сухолуговая

Включает растения суходольных, деградирующих и остепненных лугов. Группа характеризуется как субмезофитная и облигатно гелиофитная. Данные местообитания представляют собой открытые участки склонов, подверженных сильной инсоляции и имеющих крайне бедные и сухие почвы.

В таких условиях преобладают сообщества ксеромезофитных травянистых растений с возможными вкраплениями кустарника, деревьев, синузий ксерофитных мхов (например, *Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch., *Polytrichum piliferum* Hedw.) и кустистых лишайников.

Примерами сосудистых растений этой ЭЦГ служат *Allium oleraceum* L., *Avenula pubescens* (Huds.) Dumort., *Berteroa incana* (L.) DC., *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *Carex praecox* Schreb., *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem., *Clinopodium acinos* (L.) Kuntze, *Dianthus deltoides* L., *Dracocephalum thymiflorum* L., *Erigeron acris* L., *Festuca rubra* L., *Galium verum* L., *Hylotelephium triphyllum* (Haw.) Holub [Корякина, 1925], *Linum catharticum* L., *Nardus stricta* L., *Potentilla argentea* L., *Sedum acre* L., *Seseli libanotis* (L.) W.D.J. Koch, *Trifolium montanum* L., *Veronica verna* L.

Эколого-ценотическая группа 11. Свежелуговая

Включает растения преимущественно суходольных лугов нормально-го увлажнения. Подобные луга широко распространены в области, часть из них относится к сеяным [Лапин, 1958; Абрамова, 1959]. Эта группа включает мезофитные растения (преимущественно травянистые многолетники), состав и структура сообществ которых зависят от богатства почв азотом и минеральными солями, почвенного увлажнения, почвообразующих пород и четвертичных отложений, а также от режима при-родопользования [Знаменский, 2003].

К характерным видам данной ЭЦГ относятся *Agrostis capillaris* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Briza media* L., *Campanula glomerata* L., *C. patula* L., *Centaurea jacea* L., *Dactylis glomerata* L., *Galium mollugo* L., *Gentiana cruciata* L. [Кононова, Шушпанникова, 2013], *Geranium pratense* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Melampyrum cristatum* L., *Phleum pratense* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Poa pratensis* L., *Ranunculus polyanthemos* L., *Rumex acetosa* ssp. *acetosa* L., *Trifolium pratense* L. [Лапин, 1960; Супруненко, 1962], *Veronica chamaedrys* L., *Vicia cracca* L. На участках с близким залеганием карбонатных пород в сообществах появляются орхидные *Dactylorhiza viridis* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. [Гвазава, Кокорюкина, 2000], *Orchis militaris* L.

Эколого-ценотическая группа 12. Влажнолуговая

Включает растения влажных и сырых лугов. Данные луга характеризуются временно-избыточным увлажнением, формируются в бессточных понижениях рельефа и на пониженных участках разных уровней пойменных экотопов [Снятков, 1889; Шенников, 1913; Абрамова, 1959].

Растения этих лугов представлены преимущественно гидромезофитами, с примесью гемигидрофитов и некоторых эвритопных мезофитов, тогда как виды других экологических групп здесь малочисленны. В травостое преобладают осоки (*Carex cespitosa* L., *C. nigra* (L.) Reichard, *C. vulpina* L.), злаки (*Agrostis canina* L., *Alopecurus pratensis* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) и разнотравье (*Cirsium palustre* (L.) Scop., *Geranium palustre* L., *Geum rivale* L., *Polemonium caeruleum* L., *Ranunculus acris* L., *Silene flos-cuculi* (L.) Greuter & Burdet, *Valeriana officinalis* L., *Veronica scutellata* L.).

В эту же ЭЦГ мы включаем и мелкоразнотравные луга с выходами грунтовых вод, на которых отмечаются, например, *Anthoxanthum nitens* (Weber) Y. Schouten & Veldkamp, *Bistorta officinalis* ssp. *officinalis* Delarbre, *Carex capillaris* L., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Ophioglossum vulgatum* [Левашов, Филиппов, 2020], *Parnassia palustris* L., *Succisa pratensis* Moench.

III. Комплекс болотных ЭЦГ

Эколого-ценотическая группа 13. Болотная лесная

Включает растения черноольховых лесов. Древесный ярус этих лесов формирует *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., но, как правило, включает и хвойные или мелколиственные породы других ЭЦГ (ель, береза).

Черноольшаники в области распространены широко, но нигде не занимают значительных площадей. Часть черноольховых лесов была утрачена в результате затопления Молого-Шекснинской низменности и создания Рыбинского водохранилища [Корчагин, Сенянинова-Корчагина, 1957]. В таежных регионах данные леса встречаются небольшими массивами по долинам малых рек, берегам озер и ручьев, окрайкам низинных и переходных болот в условиях постоянного обильного проточного увлажнения на торфяных и торфяно-перегнойных почвах [Василевич, Щукина, 2001; Кутенков, 2010].

«Альнетальная свита» включает в себя виды, совпадающие с европейской частью ареала ольхи черной [Кузьмичев, 1992], которые отличаются теневыносливостью, нитрофильностью и избегают застойного увлажнения [Ниценко, 1969]. К этой ЭЦГ относятся *Calla palustris* L., *Carex elongata* L., *C. pseudocyperus* L., *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Iris pseudacorus* L., *Ranunculus repens* L., *Thelypteris palustris* (Salisb.) Schott, *Viola epipsila* Ledeb.

Эколого-ценотическая группа 14. Болотная ключевая

Включает растения, приуроченные преимущественно к болотам богатого напорного питания (ключевым болотам), но также местам выходов/разгрузки грунтовых вод вне болотных биотопов. Это могут быть как открытые, так и облесенные (преимущественно хвойными породами) участки. Ключевые болота, благодаря высокой трофности, сочетающейся с избыточным и проточным увлажнением, имеют богатый видовой состав. Специфические условия способствуют развитию целого ряда стенобионтных облигатно-болотных видов.

К данной ЭЦГ относятся *Betula humilis* Schrank [Перфильев, 1935], *Blysmus compressus* (L.) Panz. ex Link [Филиппов, Левашов, Бобров, 2023], *Carex appropinquata* Schumach., *C. atherodes* Spreng., *C. buxbaumii* Wahlenb. [Филиппов, Бобров, 2023], *C. capitata* L. [Филиппов, Левашов, Бобров, 2024], *C. oederi* var. *bergrothii* (Palmgr.) Hedrén & Lassen [Филиппов, 20086], *Corallorhiza trifida* Châtel., *Cypripedium calceolus* L., *C. guttatum* Sw. [Суслова, 2008], *Dactylorhiza incarnata* ssp. *cruenta* (O.F. Müll.) P.D. Sell, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Eriophorum gracile* W.D.J. Koch, *E. latifolium* Hoppe, *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Ophrys insectifera* L., *Pinguicula vulgaris* L., *Salix lapponum* L., *Saussurea alpina* (L.) DC., *Saxifraga hirculus* L., *Schoenus ferrugineus* L., *Selaginella selaginoides* (L.) Schrank & C.F.P. Mart. [Чхобадзе, Филиппов, 2013], *Stellaria crassifolia* Ehrh., *Trichophorum alpinum* (L.) Pers. Только в местах выходов грунтовых вод отмечается целый ряд мхов-стенобионтов (*Cratoneuron*

filicinum (Hedw.) Spruce, *Helodium blandowii* (F. Weber & D. Mohr) Warnst., *Meesia triquetra* (L. ex Jolycl.) Ångstr., *Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid., *Sphagnum warnstorffii* Russow, *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske).

Эколого-ценотическая группа 15. Болотная травяная

Включает растения, характерные для низинных и переходных ненапорного питания болот. В частности, эти болота приурочены к неразвитым поймам малых и реже средних рек, приозерным участкам малых озер, проточным топям, травяным мочажинам аапа-болот [Филиппов, 2008а, 2023].

В эту ЭЦГ включен также ряд видов, встречающихся как собственно на травяных болотах, так и по берегам водных объектов (в особенности болотного генезиса). Например, виды-сплавинообразователи *Carex chordorrhiza* L.f., *Comarum palustre* L., *Menyanthes trifoliata* L. При этом *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., отмечаясь в сообществах низинных и переходных болот, оптимума все же достигает на мелководьях озер и водохранилищ [Кузьмичев, 1992], поэтому отнесен к прибрежным растениям.

В данную группу включены и виды с широкой экологической амплитудой. К таковым относятся *Carex lasiocarpa* Ehrh. и *C. rostrata* Stokes – виды, встречающиеся на разных типах болот (включая верховые) и мелководья малых озер, но именно на травяных низинных болотах способные выступать доминантами растительного покрова и занимать значительные площади.

Среди видов этой ЭЦГ *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Carex diandra* Schrank, *C. magellanica* ssp. *irrigua* (Wahlenb.) Hiitonen, *Cicuta virosa* L., *Equisetum fluviatile* L., *Eriophorum angustifolium* Honck., *Galium palustre* L., *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze, *Juncus stygius* L. [Филиппов, 2008а], *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Pedicularis palustris* L., *Ranunculus lingua* L., *Rumex hydrolapathum* (Scop.) Huds., *Thysselium palustre* (L.) Hoffm., *Salix rosmarinifolia* L., а также ряд листостебельных мхов (*Calliargon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *Sphagnum subsecundum* Nees).

Эколого-ценотическая группа 16. Болотная сфагновая

Включает растения, приуроченные к верховым болотам. Для верховых болот характерна комплексность и расчленение микрорельефа на структурные элементы (гряды, ковры, мочажины), что связано, прежде всего, с особенностями роста и развития сфагновых мхов [Панов,

2006]. Подобная неоднородность микроформ сказывается на экологических предпочтениях самих растений: на верховых болотах отмечаются как ксеромезофиты (на грядах), так и гигрофиты (в мочажинах). При этом растения в пределах данной ЭЦГ приспособлены к обитанию в условиях плотного мохового покрова. Общепринятое названия для этой группы растений отсутствует: сфагнофилы (или бриофилы в более широком понимании) [Мазуренко, Хохряков, 1989], растения торфяников [Шенников, 1950], болотные олиготрофы [Горышина, 1979], растения верховых болот [Вальтер, 1975; Лархер, 1978].

Из высших растений, прежде всего, к данной ЭЦГ в области относятся большая часть сфагновых мхов (*Sphagnum angustifolium* (Russow) C.E.O. Jensen, *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., *S. divinum* Flatberg & K. Hassel, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. majus* (Russow) C.E.O. Jensen и др. [Филиппов, 2023]), а также вересковые (*Andromeda polifolia* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Rhododendron tomentosum* (Stokes) Harmaja, *Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh. ex Busch [Филиппов, 2015], *V. oxycoccos* L., *V. uliginosum* L.), *Betula nana* L., *Rubus chamaemorus* L. [Косицын, 1994], росянковые (*Drosera anglica* Huds. [Филиппов, Бобров, 2024], *D. rotundifolia* L.), ряд однодольных травянистых растений (*Carex limosa* L., *C. pauciflora* Lightf., *Eriophorum vaginatum* L., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Scheuchzeria palustris* L.) и некоторые печёночники (*Calypogeia sphagnicola* (Arnell & J. Perss.) Warnst. & Loeske, *Cephaloziella elachista* (J.B. Jack ex Gottsche & Rabenh.) Schiffn., *Heterogemma laxa* (Lindb.) Konstant. & Vilnet [Дулин, Филиппов, 2010], *Odontoschisma fluitans* (Nees) L. Söderstr. & Váňa).

IV. Комплекс водных и околководных ЭЦГ

Эколого-ценотическая группа 17. Водная стоячая

Включает растения внутриводных стоячих или очень медленно текущих местообитаний. Мы посчитали необходимым разделить «водную» группу на две самостоятельные ЭЦГ на основании характера проточности. Это связано с тем, что несмотря на то, что в обоих случаях речь идет о гидрофитах (растениях, которым для нормального прохождения жизненного цикла требуется постоянный контакт с водной средой) [Папченков, Щербаков, Лапиров, 2003], все же организмам во внутриводной среде требуются несколько различающиеся адаптации к фактору застойности/проточности (например, на течении растения должны быть связаны корневыми системами, ризоидами или слоевищами с грунтом).

Виды данной ЭЦГ приурочены в основном к малым водоемам (копани, старицы, озерки, бобровые пруды), заливам озер и водохранилищ, иногда плесам и затонам рек. Растения могут занимать различные ниши: свободно плавать на поверхности воды (*Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.; среди печёночников – *Ricciocarpos natans* (L.) Corda), плавать в толще воды (*Ceratophyllum demersum* L., *Lemna trisulca* L., *Utricularia vulgaris* L.), находиться в погруженном укореняющемся состоянии без плавающих на поверхности воды листьев (*Elodea canadensis* Michx., *Isoetes echinospora* Durieu, *I. lacustris* L., *Hottonia palustris* L. [Левашов, Романовский, 2016], *Lobelia dortmanna* L. [Lobelia..., 2016], *Myriophyllum sibiricum* Kom. [Бобров, Филиппов, 2012], *M. verticillatum* L., *Potamogeton berchtoldii* Fieber, *P. compressus* L., *P. lucens* L., *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulfen, *Stratiotes aloides* L.) или с ними (*Nuphar lutea* (L.) Sibth. & Sm., *Nymphaea candida* C. Presl, *Potamogeton gramineus* L., *Potamogeton natans* L., *Sparganium natans* L. [Belyakov, Philippov, 2018]). К последним необходимо относить и *Persicaria amphibia* (L.) Gray, т.к. наибольшие площади зарослей формирует водная, а не наземная форма (встречается единично по берегам) и именно в водной среде растение чаще цветет и плодоносит.

Среди криптогамных макрофитов к данной ЭЦГ относятся, например, гидрофильные мхи (*Calliergon megalophyllum* Mikut.) и целый ряд харовых водорослей [Чемерис, Филиппов, Бобров, 2011; Вишняков, Филиппов, 2018; Новые находки..., 2021].

Эколого-ценотическая группа 18. Водная проточная

Включает растения внутриводных проточных местообитаний (реки, ручьи, в особенности речные перекаты, стремнины и пороги). Среди сосудистых растений этой ЭЦГ *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton* × *clandestinus* A.A. Bobrov, Zalewska-Gal. & Chemeris [Bobrov et al., 2013], *P.* × *nitens* Weber, *P.* × *vepsicus* A.A. Bobrov & Chemeris [Бобров, Чемерис, 2006а], *P.* × *sparganiifolius* Laest. ex Fr. [Бобров, Чемерис, 2006б], *Ranunculus kauffmannii* P. Clerc., *Sparganium microcarpum* (Neuman) Raunk., *Stuckenia* × *suecica* (K. Richt.) Holub [Там же]. На наш взгляд, к этой ЭЦГ необходимо относить и *Utricularia intermedia* Hayne, встречающийся в проточных топиях [Philippov et al., 2021], а также в болотных ручьях (наблюдали подобное на болотах Андомской и Вепсовской возвышенностей) [Чхобадзе, Филиппов, Левашов, 2014; Болото..., 2018].

Из криптогамных растений особо выделяются некоторые мохообразные (*Dichelyma falcatum* (Hedw.) Myrin, *Fontinalis antipyretica* Hedw.,

Hygroamblystegium fluviatile (Hedw.) Loeske, *Hygrohypnella ochracea* (Turner ex Wilson) Ignatov & Ignatova, *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst., *Scapania undulata* (L.) Dumort.) и красные макроводоросли (*Audouinella hermannii* (Roth) Duby, *Batrachospermum gelatinosum* (L.) DC., *Lemanea rigida* (Sirodot) De Toni, *Sirodotia suecica* Kylin (последние четыре вида см. [Чемерис, Бобров, 2009]), *Paludicola spec* (Bory) M.L. Vis & Necchi [Чемерис, Филиппов, 2010; Kutenkov, Philippov, 2019b]).

Эколого-ценотическая группа 19. Прибрежная

Включает растения прибрежных местообитаний. Как правило, речь идет о воздушно-водных растениях (гелофитах), растениях уреза воды (гигрогелофитах) и заходящих в воду растениях [Папченков и др., 2003]. В основном растения данной ЭЦГ предпочитают зону контакта воды и водного тела, но могут заходить в воду (например, на прибрежные мелководья), а также встречаться в некотором отдалении от собственно уреза воды.

Примерами растений этой группы служат *Alisma plantago-aquatica* L., *Butomus umbellatus* L., *Caltha palustris* L., *Carex acuta* L., *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., *Lythrum salicaria* L., *Lysimachia thyrsiflora* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Petasites radiatus* (J.F. Gmel.) J. Toman, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Rorippa amphibia* (L.) Besser, *Sagittaria sagittifolia* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Scirpus radicans* Schkuhr, *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link [Бобров, Филиппов, 2024], *Sium latifolium* L., *Sparganium erectum* L., *Typha angustifolia* L. и *Typha latifolia* L. [Краснова, 1988, 2011 и др.].

К урезу воды приурочены и некоторые мохообразные (*Conocephalum conicum* (L.) Dumort., *Marchantia polymorpha* L., *Pellia neesiana* (Gottsche) Limpr.).

Эколого-ценотическая группа 20. Аллювиальная

Включает виды, приуроченные к отдельным местообитаниям и свежему аллювию. Обсыхающие мелководья и сырые отмели представляют собой фрагменты разрушенного и обедненного флористического палео-комплекса, существовавшего в плиоцене, приуроченного к литорали водных объектов [Кузьмичев, Краснова, 2001]. В условиях понижения уровня вод на освободившихся участках аридали начинается массовое развитие ряда видов «миниатюрных трав», формирующих недолговечные сообщества аллювиальных эфемеров, которые особенно характерны для приустьевых и пойменных участков рек, литоралей и мелководий крупных озер и водохранилищ. Данные сообщества известны под

несколькими названиями: псаммоэфемеретум [Кузьмичев, 1992], пойменный эфемеретум [Таран, 1995], пойменный наноэфемеретум [Кузьмичев, Краснова, 2001], аллювиально-травянистая историческая свита [Зозулин, 1973].

К этой группе растений относятся *Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus aequalis* Sobol., *Carex bohémica* [Филиппов, Левашов, Бобров, 2023], *Cyperus fuscus* L., *Elatine hydropiper* L., *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. & Schult., *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv., *Juncus bufonius* L., *Limosella aquatica* L., *Littorella uniflora* (L.) Asc, *Lythrum portula* (L.) D.A. Webb, *Plantago uliginosa* F.W. Schmidt, *Ranunculus gmelinii* DC., *Ranunculus reptans* L., *Rorippa palustris* (L.) Besser, *Subularia aquatica* L., а также некоторые печёночники (*Riccia canaliculata* Hoffm., *R. cavernosa* Hoffm. [Philippov, Komarova, 2021]) и желто-зеленые макроводоросли (например, вошерии: *Vaucheria canalicularis* (L.) T.A. Chr., *V. lii* Rieth, *V. prona* T.A. Chr. и др. [Новые находки..., 2020]).

V. Комплекс субстратных ЭЦГ

Эколого-ценотическая группа 21. Псаммофитная

Включает растения, адаптировавшиеся к жизни на песчаных почвах и грунтах, прежде всего, пляжах и дюнах. Как правило, это неширокие (до 20–30 м) полосы берегов крупных озер и рек, но могут встречаться и небольшими участками на иных по размеру водных объектах.

Наиболее яркие представители этой группы сосредоточены в северо-западной части области и приурочены к песчаным дюнам Онежского озера [Цинзерлинг, 1925; Паланов, 2008]: *Artemisia bottnica* (Kindb.) Leonova, *Festuca arenaria* Osbeck, *Juncus balticus* Willd., *Lathyrus japonicus* var. *maritimus* (L.) J.T. Kartesz & Gandhi, *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Rumex graminifolius* Georgi ex Lamb.

Эколого-ценотическая группа 22. Петрофитная

Включает растения, адаптировавшиеся к жизни на каменистых субстратах и осыпях. К настоящим петрофитам в области относится *Polypodium vulgare* L. [Левашов и др., 2024], тогда как валуны (в том числе крупные) представляют собой в основном вторичные местообитания и на них поселяются виды других ЭЦГ [Чхобадзе, Филиппов, 2013б].

На мергелистых осыпях и обнажениях Нижней Сухоны [Орлова, Сергиенко, 1999] произрастают *Anemone sylvestris* L., *Hedysarum alpinum* L., *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser, *Oxytropis wologdensis* Knjaz. [Князев, 2005], *Scorzonera glabra* Rupr. [Эколого-биологические особенности..., 2023], *Silene borysthénica* (Gruner) Walters, *S. wolgensis* (Hornem.) Oth, *Thymus taliyevii* Klokov & Des.-Shost.

Эколого-ценотическая группа 23. Консортивная

Объединяет растения-паразиты и растения, которые связаны в большей степени с определенным субстратом, нежели приурочены к конкретному типу фитоценозов. Данная группа неоднородна. Например, в нее включены копрофильные мхи (виды рода *Splachnum* Hedw.), которые могут быть встречены на целой серии разных местообитаний (в заболоченных лесах разных типов, на болотах, влажных лугах), но только там, где имеется помет крупных млекопитающих.

Другим примером растений этой ЭЦГ служат факультативные эпифитные мохообразные, т.е. виды, способные использовать в качестве субстрата несколько древесно-кустарниковых пород и при этом среди них нет явно выраженного предпочтительного вида. Например, *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort., *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Hampe, *Jochenia pallescens* (Hedw.) Hedenäs, Schlesak & D. Quandt, *Plagiothecium laetum* Schimp., *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske отмечены на 8 и более породах [Кармазина, Абрамова, 2009].

Стратегия избегания узкой специализации у мохообразных-эпифитов связана с отсутствием существенной (в отличие от горных пород) разницы в химическом составе коры разных видов деревьев, направлена в основном на уклонение от конкуренции в напочвенной обстановке при адаптации к экстремальным условиям эпифитных местообитаний [Рыковский, 1989]. При этом считаем целесообразным облигатные эпифиты включать в те ЭЦГ, к которым относятся те или иные древесные виды.

В качестве третьего примера приведем облигатные растения-паразиты (виды рода *Cuscuta* L., *Orobanche* L.), т.к. их жизнедеятельность полностью зависит именно от функционирования растения-хозяина (а не от фитоценотической обстановки). При этом часто они паразитируют не на одном, а на целом ряде видов сосудистых растений, относящихся к разным ЭЦГ, что сильно осложняет выбор приоритетной группы для консорта.

VI. Комплекс антропогенных ЭЦГ

Эколого-ценотическая группа 24. Сорно-рудеральная

Включает чужеродные и аборигенные виды антропогенных местообитаний (в частности, поля, посевы, пустыри, обочины линейных сооружений, селитебные участки и т.п.). А.А. Ниценко подразделяет растения этой группы на целый ряд свит (прижилищная сорная, сорно-залежная, сорно-залежная песчаная, сорно-залежная карбонатная,

сорно-рудеральная, сорно-рудеральная песчаная, рудеральная ольховая, пастбищно-дигрессивная, гидрофильная пастбищно-дигрессивная) [Ниценко, 1969]. Однако мы придерживаемся более широкого взгляда и считаем целесообразным на данном этапе все виды, связанные с сорными и рудеральными местообитаниями не дробить на ряд мелких групп, а объединить их в одну. Такое решение связано с тем, что сорно-рудеральные виды, имея, как правило, широкую экологическую амплитуду, способны успешно произрастать лишь в антропогенных биотопах.

Примерами растений данной ЭЦГ могут служить *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Arctium tomentosum* Mill., *Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Scherb., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Carduus crispus* L., *Centaurea cyanus* L., *Chenopodium album* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Erigeron canadensis* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, *Galeopsis bifida* Boenn., *Galium aparine* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Impatiens parviflora* DC. [Соболева, 2001], *Matricaria discoidea* DC., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Pastinaca sativa* L., *Poa annua* L., *Rumex crispus* L., *Sonchus arvensis* L., *Thlaspi arvense* L., *Urtica urens* L., *Viola arvensis* Murray.

К этой же группе, по всей видимости, следует относить и *Lycopodiella inundata* (L.) Holub – пионерный вид, предпочитающий хорошо освещенные и слабозаросшие участки, которые свойственны нарушенным и техногенным местообитаниям (карьеры, лежневки на болотах, линейные сооружения) [Чхобадзе, Филиппов, 2013].

Эколого-ценотическая группа 25. Чужеродная культивируемая

Включает чужеродные растения, используемые в культуре. Учитывая, что исследования урбанофлор сопряжено с изучением культурных растений открытого грунта и их возможностей внедрения в аборигенные ценозы, то мы посчитали необходимым выделить эту группу в качестве самостоятельной. Например, до четверти и более видового состава современной флоры крупных населенных пунктов области приходится именно на культивируемые растения [Чхобадзе, Филиппов, 2015; Левашов, Жукова, Филиппов, 2024; Филиппов, Комарова, Левашов, 2024].

На наш взгляд, из этой группы необходимо исключить агрофиты (например, *Armoracia rusticana*, *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Bellis perennis* L., *Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus* Lindl.), потому что эти растения (несмотря на исходно культурное происхождение в области) в значительной мере уже внедрились в естественные сообщества, чем подтвердили свою адаптацию к природной среде региона.

В данном случае агрофиты могут служить наглядным примером того, что с течением времени вид может поменять свою ЭЦГ, однако, этот процесс занимает все же десятилетия, а не годы.

* * *

В процессе работы над классификацией для части видов возникли некоторые трудности с отнесением к конкретной ЭЦГ, что связано отчасти с их широкой экологической валентностью, а в некоторой степени с природными особенностями региона, расположенного на границе южной и средней подзон тайги. В дальнейшем ряд спорных моментов можно будет разрешить с использованием экологических шкал, геоботанических описаний и статистических методов, как, например, это было сделано для некоторых растений лесной зоны Европейской России [Смирнов, Ханина, Бобровский, 2006].

Важно подчеркнуть, что в пределах одного типа местообитаний или их группы могут встречаться растения различных ЭЦГ. Например, на травяном низинном болоте могут быть виды как собственно «болотно-травяной группы» (ЭЦГ 15), так и растения из ЭЦГ 12, ЭЦГ 16, ЭЦГ 17, ЭЦГ 18, ЭЦГ 19, а также отдельные (или угнетенные) деревья или кустарники из ЭЦГ 1, ЭЦГ 3, ЭЦГ 6, ЭЦГ 8. То есть когда анализируем биотоп, то рассматриваем совокупность микроместообитаний в пределах определенного пространственного контура, а когда речь заходит про ЭЦГ, то здесь основополагающим служит именно экологическая общность.

Заключение

На основании экспертного подхода для анализа растительного покрова Вологодской области рекомендуется применение классификации, включающей 25 ЭЦГ:

- 1) таежная лесная;
- 2) таежная опушечная;
- 3) боровая лесная;
- 4) боровая опушечная;
- 5) таежная высокотравная;
- 6) нитрофильная;
- 7) неморальная лесная;
- 8) долинная лесная;
- 9) долинная луговая;
- 10) сухолуговая;
- 11) свежелуговая;

- 12) влажнолуговая;
- 13) болотная лесная;
- 14) болотная ключевая;
- 15) болотная травяная;
- 16) болотная сфагновая;
- 17) водная стоячая;
- 18) водная проточная;
- 19) прибрежная;
- 20) аллювиальная;
- 21) псаммофитная;
- 22) петрофитная;
- 23) консортивная;
- 24) сорно-рудеральная;
- 25) адвентивная культивируемая.

Данные ЭЦГ объединены в шесть комплексов:

- I) лесные и опушечные (ЭЦГ 1–8);
- II) луговые (ЭЦГ 9–12);
- III) болотные (ЭЦГ 13–16);
- IV) водные и околководные (ЭЦГ 17–22);
- V) субстратные (ЭЦГ 21–23);
- VI) антропогенные (ЭЦГ 24–25).

Классификация предназначена, в основном, для анализа флор сосудистых растений, но вполне пригодна для рассмотрения и других групп растений, в частности, листостебельных мхов, печёночников, а также макроскопических водорослей (зеленых, желто-зеленых, харовых и др.).

Библиографический список / References

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 Leningradskogo universiteta. Ser. geologii i geografii*. 1959. Is. 2. No. 12. Pp. 78–91. (In Rus.)]

Абрамова Т.Г., Козлова Г.И. Геоботаническое районирование Вологодской области // Природное районирование Вологодской области для целей сельского хозяйства / под ред. Л.К. Давыдова. Вологда, 1970. С. 169–238. [Abramova T.G., Kozlova G.I. Geobotanical zoning of the Vologda Region. *Prirodnoe raionirovanie Vologodskoi oblasti dlya tselei selskogo khozyaistva*. L.K. Davydov (ed.). Vologda, 1970. Pp. 169–238. (In Rus.)]

Антонов А.А. Материалы к флоре Новгородской губернии // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 1888. Т. 19. Отделение

ботаники. С. 1–66. [Antonov A.A. Materials for the flora of the Novgorod province. *Trudy Sankt-Peterburgskogo Obshchestva Estestvoispytatelei. Otdelenie botaniki*. 1888. Vol. 19. Pp. 1–66. (In Rus.)]

Антонова В.И. Биоморфологическая характеристика недоспелки копьевидной (*Cacalia hastata* L., Asteraceae) // Вестник Вологодского государственного педагогического университета. Сер.: Физико-математические и естественные науки. 2008. Вып. 3 (1). С. 131–138. [Antonova V.I. Biomorphological characteristics of *Cacalia hastata* (Asteraceae). *Vestnik Vologodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Fiziko-matematicheskie i estestvennye nauki*. 2008. Is. 3 (1). Pp. 131–138. (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. *Potamogeton* × *vepsicus* (Potamogetonaceae) – новый гибридный рдест из Верхнего Поволжья // Ботанический журнал. 2006а. Т. 91. № 1. С. 71–84. [Bobrov A.A., Chemeris E.V. *Potamogeton* × *vepsicus* (Potamogetonaceae) – a new hybrid pondweed from the Upper Volga region. *Botanicheskii Zhurnal*. 2006. Vol. 91. No. 1. Pp. 71–84. (In Rus.)]

Бобров А.А., Чемерис Е.В. Заметки о речных рдестах (*Potamogeton* L., Potamogetonaceae) Верхнего Поволжья // Новости систематики высших растений. 2006б. 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 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.)]

Бобров Ю.А., Филиппов Д.А. Краткая эколого-морфологическая характеристика *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link (Poaceae) в северной части Европейской России // Полевой журнал биолога. 2024. Т. 6. № 2. С. 105–113. DOI: 10.52575/2712-9047-2024-6-2-105-113 [Bobrov Yu.A., Philippov D.A. Brief Ecological and Morphological Characteristics of *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link (Poaceae) in Northern Part of European Russia. *Field Biologist Journal*. 2024. Vol. 6. No. 2. Pp. 105–113. (In Rus.)]

Бобровский Р.В. Растительный покров Вологодской области // Природа Вологодской области / под ред. Ю.Д. Дмитриевского, В.М. Малкова. Вологда, 1957. С. 210–299. [Bobrovskiy R.V. Vegetation cover of the Vologda region. *Priroda Vologodskoy oblasti*. Yu.D. Dmitrievskiy, V.M. Malkov (eds.). Vologda, 1957. Pp. 210–299. (In Rus.)]

Болота вологодской части Вепсской возвышенности / М.Г. Носкова, В.А. Смагин, Д.А. Филиппов, В.П. Денисенков // Известия Русского географического общества. 2018. Т. 150. Вып. 4. С. 31–53. DOI: 10.7868/S0869607118040035 [Noskova M.G., Smagin V.A., Philippov D.A., Denisenkov V.P. Mires of Vologda

part of Vepsskaya upland. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2018. Vol. 150. Is. 4. Pp. 31–53. (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.)]

Вальтер Г. Растительность земного шара. Т. 3. Тундры, луга, степи, внетропические пустыни. М., 1975. [Walter G. *Rastitelnost zemnogo shara* [Vegetation of the globe]. Vol. 3. Tundras, meadows, steppes, extratropical deserts. Moscow, 1975.]

Василевич В.И., Щукина К.В. Черноольховые леса Северо-Запада Европейской России // Ботанический журнал. 2001. Т. 86. № 3. С. 15–26. [Vasilevich V.I., Stchukina K.V. Black alder forests in North-West of European Russia. *Botanicheskii Zhurnal*. 2001. Vol. 86. No. 3. Pp. 15–26. (In Rus.)]

Новые находки харовых водорослей (Characeae) в Европейской России / В.С. Вишняков, Р.Е. Романов, А.С. Комарова и др. // Ботанический журнал. 2021. Т. 106. № 1. С. 61–76. DOI: 10.31857/S0006813621010117 [Vishnyakov V.S., Romanov R.E., Komarova A.S. et al. New charophyte records (Characeae) in European Russia. *Botanicheskii Zhurnal*. 2021. Vol. 106. No. 1. Pp. 61–76. (In Rus.)]

Новые находки *Vaucheria* (Ochrophyta, Xanthophyceae) в России / В.С. Вишняков, Р.Е. Романов, Е.В. Чемерис и др. // Новости систематики низших растений. 2020. Т. 54. Ч. 1. С. 7–41. DOI: 10.31111/nsnr/2020.54.1.7 [Vishnyakov V.S., Romanov R.E., Chemeris E.V. et al. New records of *Vaucheria* (Ochrophyta, Xanthophyceae) in Russia. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. 2020. Vol. 54. Part 1. Pp. 7–41. (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.)]

Гаврилов К.А., Карпов В.Г. Главнейшие типы леса и почвы Вологодской области в районе распространения карбонатной морены // Труды Института леса и древесины Сибирского отд-ния 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.)]

Гвазава Ю., Кокорюкина О. *Gymnodenia conopsea* (Orchidaceae) в национальном парке «Русский Север» // Сборник научных работ студентов и аспирантов ВГПУ. Вып. 8. Вологда, 2000. С. 91–100. [Gvazava Yu., Kokoryukina O. *Gymnodenia conopsea* (Orchidaceae) in the national park «Russkiy Sever». *Sbornik nauchnykh rabot studentov i aspirantov VGPU*. Vologda, 2000. Pp. 91–100. (In Rus.)]

Гетманец И.А., Артеменко Б.А. Эколого-ценотические группы ив и их экологическое пространство // Успехи современного естествознания. 2017. № 5.

С. 29–35. [Getmanets I.A., Artemenko B.A. Ecological-coenotic groups of willows and their ecological space. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2017. No. 5. Pp. 29–35. (In Rus.)]

Горышина Т.К. Экология растений. М., 1979. [Goryshina T.K. *Ekologiya rastenii* [Plant ecology]. Moscow, 1979.]

Дёгтева С.В., Ипатов В.С. Сероольшаники северо-запада СССР. Л., 1987. [Degteva S.V., Ipatov V.S. *Seroolshaniki severo-zapada SSSR* [Gray alder forests of the North-West of the USSR]. Leningrad, 1987.]

Дёгтева С.В., Новаковский А.Б. Эколого-ценотические группы сосудистых растений в фитоценозах ландшафтов бассейна верхней и средней Печоры. Екатеринбург, 2012. [Degteva S.V., Novakovskiy A.B. *Ekologo-tsenoticheskie gruppy sosudistyykh rastenii v fitotsenozakh landshaftov basseina verkhnei i srednei Pechory* [Ecological and coenotic groups of vascular plants in landscape phytocenoses of the Upper and Middle Pechora basin]. Yekaterinburg, 2012.]

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.)]

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

Долотова Е.С., Бахтенко Е.Ю., Антонова В.И. Возрастная структура ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* L. (Rosaceae) в условиях Вологодской области // Ученые записки Орловского государственного университета. Сер.: Естественные, технические и медицинские науки. 2012. № 6–1. С. 123–129. [Dolotova E.S., Bahtenko E.J., Antonova V.I. Age structure of coenopopulations *Sanguisorba officinalis* L. (Rosaceae) in the conditions of the Vologda Area. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvennyye, tekhnicheskie i meditsinskie nauki*. 2012. No. 6–1. Pp. 123–129. (In Rus.)]

Дудкина Я. Онтогенез ириса сибирского (*Iris sibirica* L.) в условиях Вологодского района // Вестник НСО. Сер. Физико-математические и естественнонаучные дисциплины. Вып. 6. Вологда, 2008. С. 26–32. [Dudkina Ya. Ontogenesis of *Iris sibirica* L. in the conditions of the Vologda region. *Vestnik NSO. Ser.: Fiziko-matematicheskie i estestvennonauchnye distsipliny*. Vologda, 2008. Pp. 26–32. (In Rus.)]

Дулин М.В., Филиппов Д.А. Дополнения к флоре печёночников Вологодской области // Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Биология и экология. 2010. Вып. 17. № 16. С. 103–107. [Dulin M.V., Philippov D.A. Additions to the liverworts flora of the Vologda Region. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2010. Vol. 17. No. 16. Pp. 103–107. (In Rus.)]

Знаменский С.Р. Экологическая структура мезофитных луговых сообществ Заонежья (Карелия): дис. ... канд. биол. наук. М., 2003. [Znamenskiy S.R. *Ekologicheskaya struktura mezofitnykh lugovykh soobshchestv Zaonezhya (Kareliya)*

[Ecological structure of mesophytic meadow communities of Zaonezhye (Karelia)]. PhD dis. Moscow, 2003.]

Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности // Ботанический журнал. 1973. Т. 58. № 8. С. 1081–1092. [Zozulin G.M. Historical “suites of vegetation” of the European part of the U.S.S.R. *Botanicheskii Zhurnal*. 1973. Vol. 58. No. 8. Pp. 1081–1092. (In Rus.)]

Иваницкий Н.А. Список растений Вологодской губернии, как дикорастущих, так и возделываемых на полях и разводимых в садах и огородах. Казань, 1883. [Ivanitzky N.A. Spisok rastenii Vologodskoi gubernii, kak dikorastushchikh, tak i vzdelyvaemykh na polyakh i razvodimyykh v sadakh i ogorodakh [The list of plants of the Vologda province, both wild-growing and cultivated in the fields and cultivated in gardens]. Kazan, 1883.]

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

Ильинский Н.В. Луга юго-западной части Вологодской губернии, в сельскохозяйственном отношении. Ч. I. Долинные луга. Вологда, 1915. [Ilinskiy N.V. Luga yugo-zapadnoi chasti Vologodskoi gubernii, v selsko-khozyaistvennom otnoshenii [Meadows of the southwestern part of the Vologda Province, in agricultural terms]. Part I. Valley meadows. Vologda, 1915.]

Исполатов Е. О растительности восточной части Новгородской губернии // Труды Императорского Санкт-Петербургского Общества Естествоиспытателей. Отделение ботаники. 1905. Т. 34. С. 33–64. [Ispolatov E. On the vegetation of the eastern part of the Novgorod province. *Trudy Imperatorskogo Sankt-Peterburgskogo Obshchestva Estestvoispytatelei. Otdelenie botaniki*. 1905. Vol. 34. Pp. 33–64. (In Rus.)]

Кармазина Е.В., Абрамова Л.И. Эпифитные мохообразные национального парка Русский Север (Вологодская область) // Вестник Московского университета. Сер. 16: Биология. 2009. № 1. С. 55–61. [Karmazina E.V., Abramova L.I. The epiphytic bryoflora of National Park “Russky Sever” (Vologda Region). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 16: Biologiya*. 2009. No. 1. Pp. 55–61. (In Rus.)]

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.)]

Колмовский А.И. Материалы к флоре Кирилловского уезда Новгородской губернии // Труды Императорского Санкт-Петербургского Общества Естествоиспытателей. Отделение ботаники. 1898. Т. 28. Вып. 3. С. 223–269. [Kolmovskii A.I. Materials for the flora of the Kirillovsky district of the Novgorod province. *Trudy Imperatorskogo Sankt-Peterburgskogo Obshchestva Estestvoispytatelei. Otdelenie botaniki*. 1898. Vol. 28. No. 3. Pp. 223–269. (In Rus.)]

Кононова О.А. Оценка состояния природных ценопопуляций *Tragopogon orientalis* L. (Asteraceae) в условиях Вологодской области // Вестник

Башкирского университета. 2014. Т. 19. № 2. С. 464–469. [Kononova O.A. Estimation of condition of *Tragopogon orientalis* L. (Asteraceae) natural cenopopulations in the conditions of Vologda Region. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2014. Vol. 19. No. 2. Pp. 464–469. (In Rus.)]

Кононова О.А. Редкие и охраняемые виды растений во флоре верхнего течения р. Северная Двина (биоморфология и структура ценопопуляций): дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2017. [Kononova O.A. Redkie i okhranyaemye vidy rastenii vo flore verkhnego techeniya r. Severnaya Dvina (biomorfologiya i struktura tsenopopulyatsii) [Rare and protected plant species in the flora of the upper reaches of the Severnaya Dvina River (biomorphology and structure of coenopopulations)]. PhD dis. Syktyvkar, 2017].

Кононова О.А., Кононов А.И. Виталитетная структура ценопопуляций *Allium angulosum* L. (Alliaceae) в пойме верхнего течения р. Северная Двина (Вологодская область) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 39. С. 73–85. DOI: 10.17223/19988591/39/5 [Kononova O.A., Kononov A.I. Vitality structure of *Allium angulosum* L. (Alliaceae) coenopopulations in the floodplain of the upper reaches of the Severnaya Dvina River (Vologda region). *Tomsk State University Journal of Biology*. 2017. No. 39. Pp. 73–85. (In Rus.)]

Кононова О.А., Шушпанникова Г.С. Характеристика возрастного состава природных ценопопуляций и семенной продуктивности особей *Gentiana cruciata* L. в Вологодской области // Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 2: Биология. Геология. Химия. Экология. 2013. № 3. С. 133–140. [Kononova O.A., Shushpannikova G.S. The characteristic of age structure of *Gentiana cruciata* L. natural cenopopulations and seed efficiency of its individuals in Vologda Region. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta*. Ser. 2: *Biologiya. Geologiya. Khimiya. Ekologiya*. 2013. No. 3. Pp. 133–140. (In Rus.)]

Королюк А.Ю., Тищенко М.П. Флористическое разнообразие луговой и степной растительности правобережной части Верхнего Приобья // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2020. № 49. С. 50–66. DOI: 10.17223/19988591/49/3 [Korolyuk A.Yu., Tishchenko M.P. Floristic diversity of meadow and steppe vegetation to the East of the Ob River. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2020. No. 49. Pp. 50–66. (In Rus.)]

Корчагин А.А. К вопросу о типах леса по исследованиям в Тотемском уезде Вологодской губернии // Очерки по фитосоциологии и фитогеографии. М., 1929. С. 287–327. [Korchagin A.A. On the issue of forest types based on research in the Totemsky district of the Vologda province. *Ocherki po fitosotsiologii i fitogeografii*. Moscow, 1929. Pp. 287–327. (In Rus.)]

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

Корякина В.Ф. К биологии заячьей капусты // Труды Вологодского Молочно-Хозяйственного Института. 1925. Бюл. № 55. С. 3–12. [Koryakina V.F.

On the biology of *Sedum purpureum*. *Trudy Vologodskogo Molochno-Khozyaystvennogo Instituta*. 1925. No. 55. Pp. 3–12. (In Rus.)]

Косицын В.Н. Учет и оценка ресурсов морошки (*Rubus chamaemorus* L.) в лесной зоне европейской части России: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1994. [Kositsyn V.N. Uchet i otsenka resursov moroshki (*Rubus chamaemorus* L.) v lesnoi zone evropeyskoi chasti Rossii [Accounting and assessment of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) resources in the forest zone of the European part of Russia]. PhD dis. Moscow, 1994.]

Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / под ред. Г.Ю. Конечной, Т.А. Сусловой. Вологда, 2004. [Krasnaya kniga Vologodskoy 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. Экология и фитоценология видов рода *Typha* L. озер Северодвинской водной системы // Гидробиологический журнал. 1988. Т. 24. № 1. С. 8–12. [Krasnova A.N. Ecology and cenology of genus *Typha* L. from lakes of the North-Dvina water system. *Hydrobiologicheskii Zhurnal*. 1988. Vol. 24. No. 1. Pp. 8–12. (In Rus.)]

Краснова А.Н. Гидрофильный род рогоз (*Typha* L.) (в пределах бывшего СССР). Ярославль, 2011. [Krasnova A.N. Gidrofilniy rod rogoz (*Typha* L.) (v predelakh byvshego SSSR) [Hydrophilous genus *Typha* L. (within the limits of the former USSR)]. Yaroslavl, 2011.]

Кузнецов О.Л. Структура и динамика растительного покрова болотных экосистем Карелии: дис. ... д-ра биол. наук. Петрозаводск, 2006. [Kuznetsov O.L. Struktura i dinamika rastitelnogo pokrova bolotnykh ekosistem Karelii [Structure and dynamics of vegetation cover of mire ecosystems in Karelia]. Dr. dis. Petrozavodsk, 2006.]

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.]

Кузьмичев А.И., Краснова А.Н. Миниатюрные травы отмелей. К структуре и истории формирования флористического комплекса пойменного наноэфмеретума // Биология внутренних вод. 2001. № 2. С. 22–25. [Kuzmichev A.I., Krasnova A.N. Diminutive grasses of sandbars. History of formation and structure of floristic complex of floodplain nanoephemeretum. *Biologiya vnutrennikh vod*. 2001. No. 2. Pp. 22–25. (In Rus.)]

Кутенков С.А. Черноольховые леса Карелии // Лесоведение. 2010. № 1. С. 12–21. [Kutenkov S.A. Swamp Black Alder Forests of Karelia. *Lesovedenie*. 2010. No. 1. Pp. 12–21. (In Rus.)]

Кучеров И.Б. Эколого-ценотическое разнообразие светлохвойных лесов средней и северной тайги Европейской России: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2017. [Kuchеров I.B. Ekologo-tsenoticheskoye raznoobraziye svetlokhvoynykh lesov srednei i severnoi taigi Evropeiskoi Rossii [Ecological and coenotic diversity of light coniferous forests of the middle and northern taiga of European Russia]. Dr. Hab. dis. St. Petersburg, 2017.]

Лапин Е.М. Дикорастущий розовый клевер. Вологда, 1960. [Lapin E.M. Dikorastushchii rozovyi klever [Wild pink clover]. Vologda, 1960.]

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

Лархер В. Экология растений. М., 1978. [Larkher V. Ekologiya rasteniy [Plant ecology]. Moscow, 1978.]

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. DOI: 10.52575/2712-9047-2024-6-2-85-104 [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., Романовский А.Ю. Турча болотная – редкий представитель флоры Вологодской области // Сетевое взаимодействие учреждений образования Вологодской области: направления и результаты естественнонаучных исследований / отв. ред. Е.А. Скупинова. Вологда, 2016. С. 34–43. [Levashov A.N., Romanovskiy A.Yu. Water violet is a rare species in the flora of the Vologda region. *Setevoe vzaimodeystvie uchrezhdenii obrazovaniya Vologodskoi oblasti: napravleniya i rezultaty estestvennonauchnykh issledovaniy*. E.A. Skupinova (ed.). Vologda, 2016. Pp. 34–43. (In Rus.)]

Левашов А.Н., Романовский А.Ю., Филиппов Д.А. *Neckera pennata* (Bryophyta, Neckeraaceae) в Вологодской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13. № 2. С. 197–214. DOI: 10.24411/2072-8816-2019-10047 [Levashov A.N., Romanovskiy A.Yu., Philippov D.A. *Neckera pennata* (Bryophyta, Neckeraaceae) in Vologda Region. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2019. Vol. 13. No. 2. Pp. 197–214. (In Rus.)]

Левашов А.Н., Романовский А.Ю., Филиппов Д.А. Сосудистые растения долин рек Кема и Унжа (Вологодская область) // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2021. Вып. 93 (96). С. 60–83. DOI: 10.47021/0320-3557-2021-60-83 [Levashov A.N., Romanovskiy A.Yu., Philippov D.A. Vascular plants of the valleys of the Kema and Unzha rivers (Vologda Region, Russia). *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. 2021. Is. 93 (96). Pp. 60–83. (In Rus.)]

Левашов А.Н., Филиппов Д.А. *Ophioglossum vulgatum* (Polypodiopsida, 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.)]

Леонтьев А.М. Пустошные, мелкозлаковые и осоковые луга Молого-Шекснинского междуречья до образования Рыбинского водохранилища // Труды Дарвинского государственного заповедника на Рыбинском водохранилище. М., 1949. Вып. 1. С. 33–136. [Leontiev A.M. Wasteland, small-grass and sedge meadows of the Mologo-Sheksna interfluvium before the formation of the Rybinsk Reservoir. *Trudy Darvinskogo gosudarstvennogo zapovednika na Rybinskom vodokhranilishche*. Moscow, 1949. Vol. 1. Pp. 33–136. (In Rus.)]

Леонтьев А.М. Растения опытных посевов Дарвинского заповедника // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вып. V. Вологда, 1959. С. 131–156. [Leontyev A.M. Plants of experimental crops of the Darvinskiy Reserve. *Trudy Darvinskogo gosudarstvennogo zapovednika*. Vyp. V. Vologda, 1959. Pp. 131–156. (In Rus.)]

Лисина С.Б. Онтогенез гвоздики песчаной (*Dianthus arenarius* L.) в условиях Вологодской области // Вестник НСО. Сер. Физико-математические и естественнонаучные дисциплины. Тематический выпуск. Исследование биологического и ландшафтного разнообразия Вологодской области. Вологда, 2004. С. 57–63. [Lisina S.B. Ontogenesis of carnation sandy (*Dianthus arenarius* L.) in conditions of the Vologda region. *Vestnik NSO. Ser. Fiziko-matematicheskoe i estestvennonauchnye distsipliny*. Thematic issue. Research of biological and landscape diversity of the Vologda region. Vologda, 2004. Pp. 57–63. (In Rus.)]

Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. Бриофилы – специальная экологическая группа растений // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 1989. Т. 94. Вып. 4. С. 64–73. [Mazurenko M.T., Khokhrjakov A.P. Bryophils – a special ecological group of plants. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*. 1989. Vol. 94. Part 4. Pp. 64–73. (In Rus.)]

Назаренко Н.Н., Пасечнюк Е.Ю. Различные методические подходы классификации эколого-ценотических групп (на примере флоры сосудистых растений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) // Acta Biologica Sibirica. 2019. Т. 5. № 2. С. 119–133. [Nazarenko N.N., Pasechnyuk E.Yu. Classification of ecological-coenotic groups, different procedural approaches (the case of Khanty-Mansi Autonomous Area – Yugra vascular plant flora). *Acta Biologica Sibirica*. 2019. Vol. 5. No. 2. Pp. 119–133. (In Rus.)]

Находки охраняемых видов папоротников в Вологодской области за последние 20 лет // В.С. Вишняков, Р.Е. Романов, Е.В. Чемерис 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. Pp. 4–26. (In Rus.)]

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.)]

Низенко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Ботанический журнал. 1969. Т. 54. № 7. С. 1002–1013. [Nizenko A.A. On the problem of investigation of ecological structure of the vegetational cover. *Botanicheskii Zhurnal*. 1969. Vol. 54. No. 7. Pp. 1002–1013. (In Rus.)]

Орлова Н.И. Схема флористического районирования Вологодской области // Ботанический журнал. 1990. Т. 75. № 9. С. 1270–1277. [Orlova N.I. The scheme of floristic subdivision of the Vologda region. *Botanicheskii Zhurnal*. Vol. 75. No. 9. Pp. 1270–1277. (In Rus.)]

Орлова Н.И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 1993. Т. 77.

Вып. 3. С. 1–262. [Orlova N.I. Checklist of flora of the Vologda Region. Higher plants. *Trudy Sankt-Peterburgskogo obshchestva estestvoispytatelei*. 1993. Vol. 77. Is. 3. Pp. 1–262. (In Rus.)]

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.)]

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. Некоторые особенности развития сфагнового мохового покрова верховых болот // Ботанический журнал. 2006. Т. 91. № 3. С. 32–40. [Panov V.V. Some features of the Sphagnum moss cover development in bogs. *Botanicheskii Zhurnal*. 2006. Vol. 91. No. 3. Pp. 32–40. (In Rus.)]

Папченков В.Г., Щербаков А.В., Лапиров А.Г. Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины: Проект. Рязань, 2003. [Papchenkov V.G., Shcherbakov A.V., Lapirov A.G. Osnovnye gidrobotanicheskiye ponyatiya i soputstvuyushchiye im terminy: Proyekt [Basic hydrobotanical concepts and associated terms: Project]. Ryazan, 2003.]

Перфильев И.А. *Betula humilis* Schr. в европейской части СССР // Ботанический журнал СССР. 1935. Т. 20. № 6. С. 617–645. [Perfiljev I.A. *Betula humilis* Schr. in the European part of USSR. *Botanicheskii Zhurnal SSSR*. 1935. Vol. 20. No. 6. Pp. 617–645. (In Rus.)]

Перфильев И.А. Флора Северного края. Ч. I. Архангельск, 1934. [Perfiljev I.A. Flora Severnogo kraia [Flora of Severnii krai]. Part I. Arkhangelsk, 1934.]

Перфильев И.А. Флора Северного края. Ч. II–III. Архангельск, 1936. [Perfiljev I.A. Flora Severnogo kraia [Flora of Severnii krai]. Part II–III. Arkhangelsk, 1936.]

Порребняк П.С. Общее лесоводство. М., 1963. [Pogrebnyak P.S. Obshchee lesovodstvo [General forestry]. Moscow, 1963.]

Подольский В. Особенности анатомического строения и динамики ценопопуляции *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton на территории Никольского района Вологодской области // Вестник НСО. Сер.: Физико-математические и естественнонаучные дисциплины. Вып. 8. Вологда, 2010. С. 86–90. [Podolskiy V. Peculiarities of the anatomical structure and dynamics of the cenopopulation of *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton in the territory of the Nikolsky district of the Vologda region. *Vestnik NSO. Ser.: Fiziko-matematicheskie i estestvennonauchnye distsipliny*. Vyp. 8. Vologda, 2010. Pp. 86–90. (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.]

Распопов 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 of the North-West of the USSR]. Leningrad, 1985.]

Рыковский Г.Ф. Эпифитные мхи как экологическая группа экстремальных местообитаний // Проблемы бриологии в СССР / под ред. И.И. Абрамова. Л., 1989. С. 190–201. [Rykovskiy G.F. Epiphytic mosses as an ecological group of extreme habitats. *Problemy briologii v SSSR*. I.I. Abramov (ed.). Leningrad, 1989. Pp. 190–201. (In Rus.)]

Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М., 2002. [Rysin L.P., Savelyeva L.I. Elovye lesa Rossii [Spruce forests of Russia]. Moscow, 2002.]

Самсонова Л.И. Флора цветковых и сосудистых споровых растений Дарвинского заповедника // Труды Дарвинского государственного заповедника. Вып. V. Вологда, 1959. С. 5–112. [Samsonova L.I. Flora of flowering and vascular spore plants of the Darvinskiy Reserve. *Trudy Darvinskogo gosudarstvennogo zapovednika*. Vyp. V. Vologda, 1959. Pp. 5–112. (In Rus.)]

Селякова С.И. Структура и динамика ценопопуляций *Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub. в Вологодской области // Вестник НСО. Сер.: Физико-математические и естественнонаучные дисциплины. Тематический выпуск. Исследование биологического и ландшафтного разнообразия Вологодской области. Вологда, 2004. С. 76–82. [Selyakova S.I. Structure and dynamics of the populations *Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub. in the Vologda region. *Vestnik NSO. Ser.: Fiziko-matematicheskie i estestvennonauchnye distsipliny*. Thematic issue. Research of biological and landscape diversity of the Vologda region. Vologda, 2004. Pp. 76–82. (In Rus.)]

Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюллетень МОИП. Отд. биологический. 2006. Т. 111. Вып. 2. С. 36–47. [Smirnov V.E., Khanina L.G., Bobrovsky M.V. Validation of the ecological-coenotical groups of vascular plant species for European Russian forests on the basis of ecological indicator values, vegetation releves and statistical analysis. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*. 2006. Vol. 111. Is. 2. Pp. 36–47. (In Rus.)]

Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1 / отв. ред. О.В. Смирнова. М., 2004. С. 165–175. [Smirnova O.V., Khanina L.G., Smirnov V.E. Ecological and coenotic groups in the vegetation cover of the forest belt of Eastern Europe. *Vostochnoevropeiskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost*. Kn. 1. O.V. Smirnova (ed.). М., 2004. Pp. 165–175. (In Rus.)]

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

Соболева А. Онтогенез недотроги мелкоцветковой (*Impatiens parviflora* D.C.) в условиях города Вологды // Сборник научных работ студентов и аспирантов ВГПУ. Вып. 9. Вологда, 2001. С. 177–188. [Soboleva A. Ontogenesis of *Impatiens parviflora* D.C. in the conditions of the Vologda City. *Sbornik nauchnykh rabot studentov i aspirantov VGPU*. Vyp. 9. Vologda, 2001. Pp. 177–188. (In Rus.)]

Сосудистые растения национального парка «Русский Север» (Аннотированный список видов) / Т.А. Суслова, Н.К. Шведчикова, М.Г. Вахрамеева и др. / под ред. В.С. Новикова. М., 2004. [Suslova T.A., Shvedchikova N.K., Vakhrameeva M.G. et al. Sosudistye rasteniya natsionalnogo parka «Russkii Sever» (Annotirovannyi spisok vidov) [Vascular plants of the National Park “Russkiy Sever” (Annotated list of species)]. V.S. Novikov (ed.). Moscow, 2004.]

Супруненко В.К. Биология дикорастущего красного клевера некоторых районов Вологодской области // Ученые записки Вологодского государственного педагогического института. Т. 27, естественно-географический. Вологда, 1962. С. 113–157. [Suprunenko V.K. Biology of wild red clover in some areas of the Vologda Region. *Uchenye zapiski Vologodskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta*. T. 27, estestvenno-geograficheskii. Vologda, 1962. Pp. 113–157. (In Rus.)]

Суслова Т.А. Состояние ценопопуляции *Cypripedium guttatum* Sw. (Orchidaceae) в национальном парке «Русский Север» // Вестник Вологодского государственного педагогического университета. Сер.: Физико-математические и естественные науки. 2008. Вып. 3 (1). С. 122–130. [Suslova T.A. The state of the coenopopulation of *Cypripedium guttatum* (Orchidaceae) in the National Park “Russian North”. *Vestnik Vologodskogo gosudarstvennogo universiteta*. Ser.: Fiziko-matematicheskie i estestvennye nauki. 2008. Is. 3 (1). Pp. 122–130. (In Rus.)]

Таран Г.С. Малоизвестный класс растительности бывшего СССР – пойменный эфемеретум (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 43) // Сибирский экологический журнал. 1995. Т. 2. № 4. С. 373–382. [Taran G.S. A little known vegetation class of the former USSR – flood-plain ephemeretum (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 43). *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. 1995. Vol. 2. No. 4. Pp. 373–382. (In Rus.)]

Федченко Б.А., Бобров Е.Г. Флора Череповецкой губернии. Вып. I. Череповец, 1927. [Fedchenko B.A., Bobrov E.G. Flora Cherepovetskoï gubernii. Vyp. I [Flora of Cherepovets province. Vol. I]. Cherepovets, 1927.]

Филиппов Д.А. О находке *Juncus stygius* L. на северо-западе Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2008а. Вып. 1. С. 84–85. [Philippov D.A. On the record of *Juncus stygius* L. in the North-West of Vologda Region. *Vestnik of Saint Petersburg University. Biology*. 2008. Is. 1. Pp. 84–85. (In Rus.)]

Филиппов Д.А. Структура и динамика экосистем пойменных болот бассейна Онежского озера (Вологодская область): дис. ... канд. биол. наук. Вологда, 2008б. [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, 2008b.]

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 biblio-graphical index)]. Vologda, 2010.]

Филиппов Д.А. *Oxycoccus microcarpus* (Ericaceae) в Вологодской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015. 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*. 2015. Vol. 9. No. 3. Pp. 135–144. (In Rus.)]

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. *Carex buxbaumii* Wahlenb. (Cyperaceae) в Вологодской области // Полевой журнал биолога. 2023. Т. 5. № 1. С. 5–21. DOI: 10.52575/2712-9047-2023-5-1-5-21 [Philippov D.A., Bobroff Yu.A. *Carex buxbaumii* Wahlenb. (Cyperaceae) in the Vologda Region, Russia. *Field Biologist Journal*. 2023. Vol. 5. No. 1. Pp. 5–21. (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., Bobroff 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]

Эколого-биологические особенности *Scorzonera glabra* (Asteraceae) в Вологодской области / Ю.А. Бобров, А.Н. Левашов, Н.Н. Жукова, Д.А. Филиппов // Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Биология и экология. 2023. № 4 (72). С. 94–110. [Bobroff Yu.A., Levashov A.N., Zhukova N.N., Philippov D.A. Ecological and biological features of *Scorzonera glabra* (Asteraceae) in the Vologda Region, Russia]. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2023. No. 4. Pp. 94–110. (In Rus.)]

Эколого-ценотические группы флоры сосудистых растений Оренбургской области и фитоиндикация биотопов / Н.Н. Назаренко, С.М. Похлебаев, А.В. Малаев и др. // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9. № 4. С. 109–120. DOI: 10.17816/snv202094117 [Nazarenko N.N., Pohlebaev S.M., Malaev A.V. et al. Ecological and coenotic groups of Orenburg Region vascular plants flora and biotopes phytoindication. *Samarskiy nauchnyi vestnik*. 2020. Vol. 9. No. 4. Pp. 109–120. (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., Левашов А.Н., Бобров Ю.А. *Blysmus compressus* (Cyperaceae) в Вологодской области // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2021. Вып. 93 (96). С. 125–137. DOI: 10.47021/0320-3557-2021-125-137 [Philippov D.A., Levashov A.N., Bobroff Yu.A. *Blysmus compressus* (Cyperaceae) in the Vologda Region, Russia. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. 2021. Is. 93 (96). Pp. 125–137. (In Rus.). DOI: 10.47021/0320-3557-2021-125-137]

Филиппов Д.А., Левашов А.Н., Бобров Ю.А. *Carex bohemica* (Cyperaceae) в Вологодской области // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2023. Вып. 101 (104). С. 12–22. DOI: 10.47021/0320-3557-2023-12-22 [Philippov D.A., Levashov A.N., Bobroff Yu.A. *Carex bohemica* (Cyperaceae) in the Vologda Region, Russia. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. 2023. Is. 101 (104). Pp. 12–22. (In Rus.). DOI: 10.47021/0320-3557-2023-12-22]

Филиппов Д.А., Левашов А.Н., Бобров Ю.А. *Carex capitata* (Cyperaceae) в Вологодской области // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2024. Вып. 106 (109). С. 7–16. DOI: 10.47021/0320-3557-2024-7-16 [Philippov D.A., Levashov A.N., Bobroff Yu.A. *Carex capitata* (Cyperaceae) in the Vologda Region, Russia. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. 2024. Is. 106 (109). Pp. 7–16. (In Rus.). DOI: 10.47021/0320-3557-2024-7-16]

Цвелёв Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб., 2000. [Tzvelev N.N. *Opredelitel sosudistyxh rasteniy Severo-Zapadnoy Rossii* (Leningradskaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti) [Manual of the Vascular Plants of North-West Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod provinces)]. St. Petersburg, 2000.]

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. Находки видов Rhodophyta в реках Верхнего Поволжья и прилегающих территорий // Ботанический журнал. 2009. Т. 94. № 10. С. 1568–1583. [Chemeris E.V., Bobrov A.A. Records of Rhodophyta species in rivers of the Upper Volga region and adjacent areas. *Botanicheskii Zhurnal*. 2009. Vol. 94. No. 10. Pp. 1568–1583. (In Rus.)]

Чемерис Е.В., Филиппов Д.А. *Batrachospermum turfosum* (Batrachospermaceae, Rhodophyta) в водоемах 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.)]

Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А. *Lycopodiella inundata* и *Selaginella selaginoides* в Вологодской области // Ботанический журнал. 2013. Т. 98. № 4. С. 515–532. DOI: 10.1134/S1234567813040101 [Czhobadze A.B., Philippov D.A. *Lycopodiella inundata* and *Selaginella selaginoides* in the Vologda Region. *Botanicheskii Zhurnal*. 2013. Vol. 98. No. 4. Pp. 515–532. (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. [Czhobadze 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. [Czhobadze 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.)]

Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А., Левашов А.Н. Сосудистые растения вологодской части Андомской возвышенности // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2014. Т. 8. № 1. С. 20–42. DOI: 10.24411/2072-8816-2014-10002 [Czhobadze A.B., Philippov D.A., Levashov A.N. Vascular plants of Vologda part of Andomskaya Height. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2014. Vol. 8. No. 1. Pp. 20–42. (In Rus.). DOI: 10.24411/2072-8816-2014-10002]

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*. Vyp. 6. St. Petersburg, 1913. Pp. 1–85. (In Rus.)]

Шенников А.П. К флоре Вологодской губернии. СПб., 1914. [Shennikov A.P. *K flore Vologodskoi gubernii* [To the flora of the Vologda province]. St. Petersburg, 1914.]

Шенников А.П. Сведения о водной осоке (*Carex aquatilis* Wahlenb.) и об ее местообитаниях в районе Вологодской Областной Сел.-Хоз. Опытной Станции // Материалы Вологодской областной сельскохозяйственной опытной станции. Вып. II. Вологда, 1925. С. 98–107. [Shennikov A.P. Information on water sedge (*Carex aquatilis* Wahlenb.) and its habitats in the area of the Vologda Regional Agricultural Experimental Station. *Materialy Vologodskoi Oblastnoi Selsko-Khozyaystvennoi Opytnoi Stantsii*. Vyp. II. Vologda, 1925. Pp. 98–107. (In Rus.)]

Шенников А.П. Экология растений. М., 1950. [Shennikov A.P. *Ekologiya rasteniy* [Plant ecology]. Moscow, 1950.]

Bánki O., Roskov Y., Döring M. et al. Catalogue of Life (Annual Checklist 2024). *Catalogue of Life*. Amsterdam, Netherlands. 2024. DOI: 10.48580/dg9ld

Belyakov E.A., Philippov D.A. The effect of changes in environmental conditions on the morphology of *Sparganium natans* L. (Typhaceae) in the taiga zone of European Russia. *Ecosystem Transformation*. 2018. Vol. 1. No. 1. Pp. 29–41. DOI: 10.23859/estr-180326

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

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., Bobrov Yu.A., Chzhobadze 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]

Philippov D.A., Ermilov S.G., Zaytseva V.L. et al. Biodiversity of a boreal mire, including its hydrographic network (Shichenskoe 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

Verkhovzina 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

Статья поступила в редакцию 19.12.2024, принята к публикации 26.02.2025

The article was received on 19.12.2024, accepted for publication 26.02.2025

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.;

старший научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса, Ботанический сад Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург

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; Senior Researcher at the Laboratory of Population Biology of Woody Plants and Forest Dynamics, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3075-1959>

E-mail: philippov_d@mail.ru

Левашов Андрей Николаевич – методист по естественно-научному направлению МАУ ДО «Центр творчества», г. Вологда

Andrey N. Levashov – Methodologist of 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, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

Yuriy A. Bobroff – PhD in Biology; head of the Department of Ecology and Geology, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2709-7004>

E-mail: mail@dokkalfar.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.

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, 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

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-66-87

УДК 581.9

Т.Г. Борзенкова¹, Д.Ю. Цыренова²

¹ Детский эколого-биологический центр,
680007, г. Хабаровск, Российская Федерация

² Тихоокеанский государственный университет,
680035, г. Хабаровск, Российская Федерация

Аборигенные древесные растения в озеленении города Хабаровска (Нижнее Приамурье)

В статье приводятся анализ результатов флористического исследования аборигенных древесных растений, произрастающих в пределах административных границ города Хабаровска. Установлено: аборигенные виды составляют основу городской дендрофлоры, что обусловлено географическим расположением города в зоне дальневосточных хвойно-широколиственных лесов, характеризующихся исключительным богатством и разнообразием видового состава деревьев и кустарников, обилием древесных лиан и эпифитов. Выявлено 101 вид древесных растений, принадлежащих к 28 семействам и 51 роду. Лидирующие позиции занимают четыре семейства: Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae и Pinaceae. В них сосредоточена почти половина аборигенных видов (50 видов, или 49%), подвергающиеся прогрессирующим процессам апофитизации. Вместе с тем, высокое содержание одновидовых семейств можно связывать с низкой адаптацией древесных аборигенных видов к условиям урбанизированной среды. Эту особенность можно считать индикатором антропогенной трансформации

естественной дендрофлоры в урбанизированной среде. Городские древостои представлены высокоствольными деревьями и кустарниками, образующими двух-трехъярусные растительные сообщества. Присутствуют представители теплолюбивой маньчжурской лесной флоры – деревянистые лианы и эпифитный полупаразит. Методом сеточного картографирования показано, что большинство видов – обычные по частоте встречаемости, распределенные равномерно по территории города. Видовое разнообразие древесных растений концентрировано на окраинных участках, непосредственно контактирующих с естественной лесной растительностью, а в центральной части города сосредоточено в лесопарковых зонах. Большинство древесных растений произрастают в естественных и полуестественных урбанизированных местообитаниях и также успешно культивируются. Наблюдается преобладание видов с восточноазиатскими типами ареала (82 вида, или 81%), что указывает на автохтонные процессы в формировании дендрофлоры Хабаровска. Она представляет собой синантропизированный аналог региональной флоры. В ее составе отсутствуют виды с широким космополитным и голарктическим распространением. Из-за значительной толерантности многих местных видов древесных растений к антропогенному воздействию предлагается расширить ассортимент аборигенных видов в благоустройстве городской среды.

Ключевые слова: Хабаровск, дендрофлора, аборигенные виды Дальнего Востока, таксономический состав, жизненные формы, географические элементы флоры, частота встречаемости видов, активность флоры в городе, оптимизация озеленения

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Борзенкова Т.Г., Цыренова Д.Ю. Аборигенные древесные растения в озеленении города Хабаровска (Нижнее Приамурье) // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 1. С. 66–87. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-66-87

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-66-87

T.G. Borzenkova¹, D.Ju. Tsyrenova²

¹ Children's Ecological and Biological Center,
Khabarovsk, 680007, Russian Federation

² Pacific State University,
Khabarovsk, 680035, Russian Federation

Aboriginal woody plants in landscaping of the city of Khabarovsk (Lower Amur Region)

The article presents the analysis of the results of the floristic study of aboriginal woody plants growing within the administrative boundaries of the city of Khabarovsk. It has been established that aboriginal species form the basis of the city dendroflora, which is due to the geographical location of the city in the zone of Far Eastern coniferous-deciduous forests, characterized by exceptional richness and diversity of the species composition of trees and shrubs, an abundance of woody vines and epiphytes. 101 species of woody plants belonging to 28 families and 51 genera have been identified. The leading positions are occupied by four families Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae, and Pinaceae. They contain almost half of the aboriginal species (50 species, or 49%), subject to progressive processes of apophytization. At the same time, the high content of single-species families can be associated with the low adaptation of aboriginal woody species to the conditions of the urbanized environment. This feature can be considered an indicator of anthropogenic transformation of natural dendroflora in an urbanized environment. Urban forest stands are represented by tall trees and shrubs that form two- and three-tiered plant communities. Representatives of the heat-loving Manchurian Forest flora are present – woody vines and an epiphytic semi-parasite. The grid mapping method showed that most species are common in frequency of occurrence, distributed evenly across the city. The species diversity of woody plants is concentrated in outlying areas that are in direct contact with natural forest vegetation, and in the central part of the city it is concentrated

in forest park zones. Most woody plants grow in natural and semi-natural urbanized habitats and are also successfully cultivated. A predominance of species with East Asian types of range is observed (82 species, or 81%), which indicates autochthonous processes in the formation of Khabarovsk dendroflora. It is a synanthropized analogue of the regional flora. It does not include species with a wide cosmopolitan and Holarctic distribution. Due to the significant tolerance of many local species of woody plants to anthropogenic impact, it is proposed to expand the range of native species in the improvement of the urban environment.

Key words: Khabarovsk, dendroflora, native species of the Far East, taxonomic composition, life forms, geographical elements of flora, frequency of species occurrence, flora activity in the city, optimization of landscaping

FOR CITATION: Borzenkova T.G., Tsyrenova D.Ju. Aboriginal woody plants in landscaping of the city of Khabarovsk (Lower Amur Region). *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 1. Pp. 66–87. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-66-87

Введение

Флора любого города представляет собой совокупность аборигенных и чужеродных видов. К аборигенным относятся местные растения, существование которых на конкретной территории связано с процессами естественного флорогенеза [Баранова и др., 2018]. Среди них выделяются две основные группы по отношению к антропогенному воздействию:

1) индигенные, остаточные, регрессирующие виды, приуроченные к естественным сообществам, не способные осваивать антропогенные местообитания;

2) апофиты, выходящие на вторичные преобразованные местообитания и успешно здесь развивающиеся [Камелин, 2017; Баранова и др., 2018; Третьякова, 2021].

К чужеродным относятся растения, появление которых на конкретной территории не связано с процессами естественного флорогенеза. Присутствие таких видов в регионе связано с деятельностью человека [Баранова и др., 2018].

Следует отметить, что флора города Хабаровска как целостная структура пока остается слабо изученной. Наши исследования касаются дендрофлоры города как составного компонента полной флоры города. В этом отношении нами обнародованы результаты анализа чужеродных

древесных растений в озеленении города Хабаровска [Борзенкова, Цыренова, 2024]. Было выявлено 43 вида и гибрида, принадлежащих к 17 семействам и 30 родам. Заключили, что чужеродная фракция дендрофлоры города представляет собой временный, непостоянный компонент, не влияющий на структуру аборигенной флоры. Что касается аборигенных видов, использующихся в озеленении города Хабаровска, наиболее информативный список приводится в работе А.А. Бабурина и Г.Ю. Морозовой (2009).

В процессе своих исследований мы пришли к выводу о том, что основу дендрофлоры города Хабаровска составляют аборигенные виды. Это обусловлено географическим расположением города в зоне дальневосточных хвойно-широколиственных лесов, характеризующихся исключительным богатством и разнообразием видового состава деревьев и кустарников, обилием древесных лиан и эпифитов.

В настоящей статье приводятся результаты инвентаризации аборигенных древесных растений и анализа таксономической и типологической структуры дендрофлоры города Хабаровска.

Материалы и методика

Город Хабаровск расположен в северной подзоне зоны смешанных хвойно-широколиственных лесов, представители которых встречаются в городской черте. Климат муссонно-континентальный. Среднегодовое количество осадков 783 мм, средняя температура июля +21,6 °С, максимальное количество осадков в августе, безморозный период 200–210 дней (<https://ru.climate-data.org/>).

Под аборигенными мы понимали растения местной флоры, встречающихся в пределах административных границ города в открытом грунте без специальных мер ухода. Соответственно, не учитывались растения, произрастающие на территории Дендрария ФГУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» и опытных участков МБУ «Горзеленстрой», где древесные растения находятся в интродукционном эксперименте.

Материал для исследования собран в течение четырех вегетационных сезонов 2020–2024 гг. в ходе маршрутно-рекогносцировочных экскурсий. Собран гербарий 200 листов. Полевые исследования проведены по методу сеточного картографирования. Карта обследования территории города составлена на основе программы SAS.Планета (www.sasplanets.ru). На карту нанесена сетка из 57 квадратов размером 2 × 2 км (рис. 1). В каждом квадрате осмотрены уличные и придорожные посадки, парки и скверы, прилегающие участки к коммунально-складским

и инженерно-коммуникационным объектам, районы частной застройки, пустыри и овраги. Для встреченных видов составлена картосхема распространения в городе.

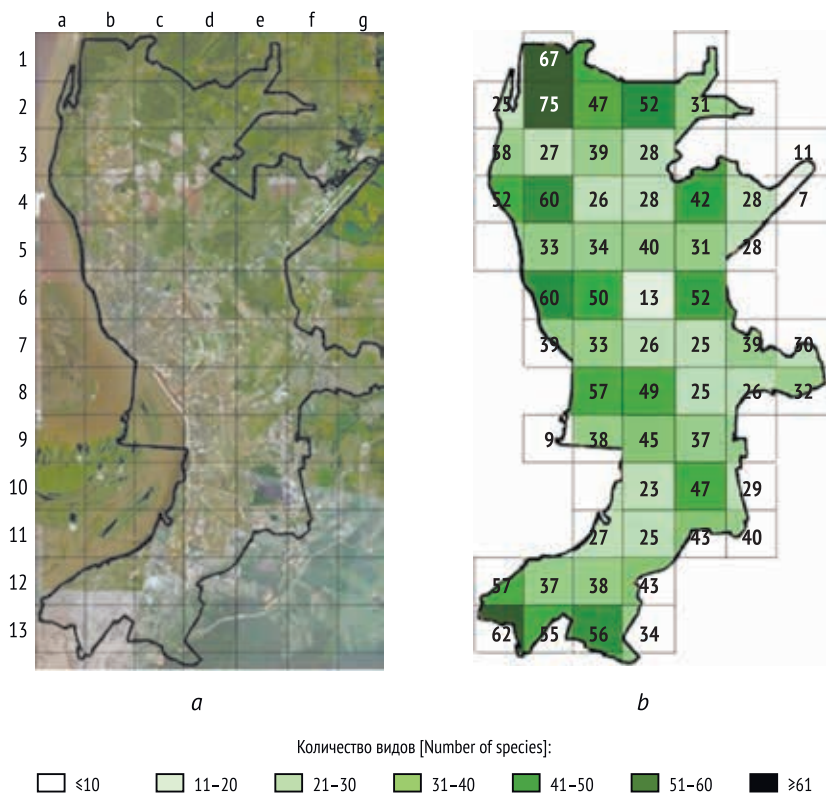


Рис. 1. Спутниковая карта Хабаровска и наложенная на нее сетка квадратов 2 × 2 в программе SAS.Планета (на основе Яндекс-карт) (а); преобразованная карта Хабаровска с количеством видов дендрофлоры в каждом квадрате (b)

Fig. 1. Satellite map of the city of Khabarovsk and a 2 × 2 grid of squares superimposed on it in the SAS.Planet program (based on Yandex maps) (a); Transformed map of the city of Khabarovsk with the number of dendroflora species in each square (b)

Использование метода сеточного картографирования позволило оценить частоту встречаемости и активность видов. Частота встречаемости определялась по шкале, разработанной А.В. Щербаковым

и С.Р. Майоровым (2006): очень редко (вид обнаружен в 1–9% случаев, 1–5 квадратов); редко (10–20% случаев, 6–11 квадратов); изредка (21–40% случаев, 12–23 квадрата); обычно (41–60% случаев, 24–35 квадратов); часто (61–80% случаев, 36–47 квадратов); повсеместно (вид обнаружен в 81–100% случаев, 48–57 квадратов). Для единично встреченных видов указывали конкретное местообитание. Выделены три уровня активности видов: 1 – только в культуре; 2 – в культуре и дикорастущий; 3 – только дикорастущий [Пастушенко, 2021].

Определение таксонов проводилось по справочным изданиям «Сосудистые растения советского Дальнего Востока», 1985–2006 гг. (тт. 1–9), «Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения» (2012), «Древесные растения Азиатской России» [Коропачинский, Встовцева, 2002]. Номенклатуру таксонов сверяли по базе Plants of the World online (<https://powo.science.kew.org/>). Использованы данные других сайтов: «Плантариум» (<https://plantarium.ru>) и iNaturalist (<https://inaturalist.org>). Жизненные формы и ритмы годичного развития указаны по А.Б. Безделеу, Т.А. Безделевой (2006). Изучены публикации В.А. Недолужко «Конспект дендрофлоры российского Дальнего Востока» (1995), А.Б. Мельниковой «Флора Хехцира» (2015), также сводка «Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана» С.Д. Шлотгауэр, М.В. Крюковой и А.Л. Антоновой (2009).

Составлен конспект видов с указанием таксономической принадлежности, жизненной формы, типа ареала, активности и частоты встречаемости. Таксоны расположены в латинском алфавитном порядке. Количественные соотношения флоры подсчитывались с использованием стандартной программы EXCEL.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования нами выявлен 101 вид древесных растений, принадлежащих к 28 семействам и 51 роду. Представляем ниже конспект видов.

Сем. **Actinidiaceae (1/1):** *Actinidia kolomikta* (Maxim. ex Rupr.) Maxim. Летнезеленая деревянистая лиана. Амуро-японский. Редко. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Aceraceae (1/4):** *Acer ginnala* Maxim. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Часто. В культуре и дикорастущий. *A. mono* Maxim. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Часто. В культуре и дикорастущий. *A. tegmentosum* Maxim. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *A. ukurunduense* Trautv. et Mey. Летнезеленое дерево до 10 м.

Охотско-японский. Очень редко: детский эколого-биологический центр. В культуре.

Сем. **Adoxaceae (2/3)**: *Sambucus racemosa* L. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Евроазиатский. Часто. В культуре и дикорастущий. *Viburnum burejaeticum* Regel et Herd. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *V. sargentii* Koehne. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Восточносибирско-японский. Часто. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Araliaceae (2/3)**: *Aralia elata* (Mig.) Seem. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-японский. Редко. В культуре. *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амуро-японский. Редко. В культуре и дикорастущий. *E. sessiliflorus* (Rupr. et Maxim.) S.Y. Hu. – Акантопанакс сидячецветковый. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-корейский. Очень редко: территория парка ДОФ, территория военного санатория «Богдановка». Лесная полоса в границе южной части города. Дикорастущий.

Сем. **Berberidaceae (1/1)**: *Berberis amurensis* Rupr. – Барбарис амурский. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре.

Сем. **Betulaceae (3/8)**: *Alnus hirsuta* (Spach) Rupr. Летнезеленое дерево выше 10 м. Восточносибирско-дальневосточный. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Betula dahurica* Pall. Летнезеленое дерево до 10 м. Восточносибирско-корейский. Обычно. *B. costata* Trautv. Летнезеленое дерево до 10 м. Охотско-японский. Без признаков ослабления. Обычно. В культуре и дикорастущий. *B. ermanii* Cham. Летнезеленое дерево выше 10 м. Охотско-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *B. lanata* (Regel) V.N. Vassil. Летнезеленое дерево до 10 м. Восточносибирско-дальневосточный. Обычно. В культуре и дикорастущий. *B. platyphylla* Sukaczev. Летнезеленое дерево выше 10 м. Сибирско-дальневосточный. Часто. В культуре и дикорастущий. *Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-дальневосточный. Изредка. В культуре и дикорастущий. *C. mandshurica* Maxim. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Caprifoliaceae (1/5)**: *Lonicera caerulea* L. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-дальневосточный. Обычно. В культуре. *L. chrysantha* Turcz. ex Ledeb. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Восточносибирско-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *L. maackii* (Rupr.) Maxim. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *L. maximowiczii* (Rupr.) Regel.

Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Lonicera ruprechtiana* Regel. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-корейский. Очень редко: парк «Северный», дворовая территория по ул. Синельникова, 3. В культуре.

Сем. **Celastraceae (1/4):** *Euonymus maackii* Rupr. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Восточносибирско-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *E. macropterus* Rupr. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амуро-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *E. pauciflorus* Maxim. – Бересклет малоцветковый. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *E. sacrosanctus* Koidz. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-японский. Редко. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Cornaceae (1/1):** *Cornus alba* L. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Евроазиатский. Часто. В культуре.

Сем. **Cupressaceae (1/1):** *Juniperus dahurica* Pall. Вечнозеленый стланец. Дальневосточный. Редко. В культуре.

Сем. **Ericaceae (1/1):** *Rhododendron dahuricum* L. ex Dippel. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-дальневосточный. Редко. В культуре.

Сем. **Euphorbiaceae (1/1):** *Securinega suffruticosa* (Pall.) Rehd. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточноазиатский вид. Очень редко: детский эколого-биологический центр, парк «Северный», Амурский бульвар на пересечении с улицей Комсомольской. В культуре.

Сем. **Fagaceae (1/1):** *Quercus mongolica* ex Ledeb. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Fabaceae (3/3):** *Caragana ussuriensis* (Regel) Pojark. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амурский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *Lespedeza bicolor* Turcz. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Maackia amurensis* Rupr. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Grossulariaceae (1/3):** *Ribes latifolium* L. Jancz. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Евроазиатский. Изредка. Дикорастущий. *R. manshuricum* Kom. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амуро-корейский. Изредка. Дикорастущий. *R. taximowiczii* Kom. Летнезеленый кустарник до 1 м. Амуро-японский. Изредка. Дикорастущий.

Сем. **Hydrangeaceae (2/4):** *Deutzia amurensis* (Regel) Airy Shaw. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амуро-корейский. Редко. Дикорастущий. *D. glabrata* Kom. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-корейский. Редко. Дикорастущий. *Philadelphus schrenkii* Rupr. Летнезеленый

кустарник выше 2 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Philadelphus tenuifolius* Rupr. Амуро-корейский. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Без признаков ослабления. Обычно.

Сем. **Juglandaceae (1/1):** *Juglans mandshurica* Maxim. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Loranthaceae (1/1):** *Viscum coloratum* (Kom.) Nakai. Вечнозеленый кустарник до 1 м, полупаразит. Амуро-корейский. Обычно. Дикорастущий.

Сем. **Malvaceae (1/3):** *Tilia amurensis* Rupr. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *T. mandshurica* Rupr. et Maxim. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *T. taquetii* C.K. Schneid. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Oleaceae (2/2):** *Fraxinus mandshurica* Rupr. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Часто. В культуре и дикорастущий. *Ligustrina amurensis* (Rupr.) Rupr. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Pinaceae (4/6):** *Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.). Вечнозеленое дерево выше 10 м. Охотско-корейский. Редко. В культуре. *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. Вечнозеленое дерево выше 10 м. Восточносибирский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere. – Ель аянская. Вечнозеленое дерево выше 10 м. Дальневосточный. Изредка. В культуре. *Picea koraiensis* Nakai. Вечнозеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Очень редко: парк «Северный», парк «Динамо». В культуре. *P. obovata* Ledeb. Вечнозеленое дерево выше 10 м. Евроазиатский. Очень редко: парк «Северный», парк «Динамо». В культуре. *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. Вечнозеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Часто. В культуре.

Сем. **Rosaceae (13/27):** *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex A. Blytt. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Евроазиатский. Изредка. В культуре. *Crataegus dahurica* Koehne ex C.K. Schneid. Летнезеленое дерево до 10 м. Восточносибирско-амурский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *C. taximowiczii* C.K. Schneid. Летнезеленое дерево до 10 м. Восточносибирско-корейский. Часто. В культуре и дикорастущий. *C. pinnatifida* Bunge. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb. Летнезеленый кустарник до 1 м. Евроазиатский. Редко. В культуре. *Malus baccata* (L.) Borkh. Летнезеленое дерево до 10 м. Азиатский. Обычно. В культуре

и дикорастущий. *Malus mandshurica* (Maxim.) Kom. ex Juz. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Prunus avium* Mill. Летнезеленое дерево выше 10 м. Евроазиатский. Часто. В культуре и дикорастущий. *P. maackii* (Rupr.) Kom. et Aliss. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *P. maximowiczii* (Rupr.) S.Ya. Sokolov. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *Physocarpus amurensis* (Maxim.) Maxim. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амурский. Часто. В культуре и дикорастущий. *Pyrus ussuriensis* Maxim. ex Rupr. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-корейский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *Rosa acicularis* Lindl. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Евроазиатский. Часто. В культуре и дикорастущий. *R. amblyotis* C.A. Mey. Восточносибирско-дальневосточный. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Редко. Дикорастущий. *R. davurica* Pall. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-амурский. Редко. Дикорастущий. *R. rugosa* Thunb. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Охотско-японский. Без признаков ослабления. Обычно. В культуре и дикорастущий. *Rubus crataegifolius* Bunge. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Амуро-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *R. sachalinensis* H. Levl. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Евроазиатско-североамериканский. Изредка. В культуре и дикорастущий. *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Сибирско-дальневосточный. Часто. В культуре и дикорастущий. *Sorbus amurensis* Kochne. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-корейский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *S. sambucifolia* (Cham. et Schltdl.) M. Roem. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Дальневосточный. Редко. В культуре и дикорастущий. *S. sibirica* Hedl. Летнезеленое дерево до 10 м. Сибирско-дальневосточный. Изредка. *Spirea flexuosa* Fisch. ex Cambess. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Сибирско-корейский. Обычно. Дикорастущий. *S. media* Schmidt. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Евроазиатский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *S. salicifolia* L. – Спирея иволистная. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-японский. Часто. В культуре и дикорастущий. *S. ussuriensis* Pojark. Летнезеленый кустарник 1–2 м. Восточносибирско-японский. Редко. Дикорастущий.

Сем. **Rutaceae (1/1):** *Phellodendron amurense* Rupr. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-корейский. Изредка. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Salicaceae (2/10):** *Populus tremula* L. Летнезеленое дерево выше 10 м. Евроазиатский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *P. suaveolens* Fisch. ex Loudon. Летнезеленое дерево выше 10 м. Восточносибирско-дальневосточный. Повсеместно. В культуре и дикорастущий. *Salix*

bebbiana Sarg. Летнезеленое дерево до 10 м. Евроазиатско-североамериканский. Обычно. Дикорастущий. *Salix caprea* L. Летнезеленое дерево до 10 м. Евроазиатский. Без признаков ослабления. Обычно. В культуре и дикорастущий. *S. gracilictyla* Miq. Летнезеленое дерево до 10 м. Амуро-японский. Обычно. Дикорастущий. *S. krylovii* E.L. Wolf. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Сибирско-дальневосточный. Обычно. Дикорастущий. *S. miyabeana* Seemen. Летнезеленое дерево до 10 м. Восточносибирско-японский. Обычно. Дикорастущий. *S. pierotii* Miq. Летнезеленый кустарник выше 2 м. Амуро-японский. Обычно. В культуре и дикорастущий. *S. rorida* Laksch. Летнезеленое дерево до 10 м. Сибирско-дальневосточный. Обычно. *S. Schwerinii* E.L. Wolf. Летнезеленое дерево выше 10 м. Восточносибирско-дальневосточный. Обычно. Дикорастущий.

Сем. **Schisandraceae (1/1):** *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. Летнезеленая деревянистая лиана. Амуро-японский. Изредка. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Taxaceae (1/1):** *Taxus cuspidata* Siebold et Zucc. Вечнозеленый стланник. Амуро-японский. Очень редко: территория детского эколого-биологического центра (посадка 2018 г.), напротив легкоатлетического манежа стадиона им. Ленина. В культуре. В Красной книге Хабаровского края.

Сем. **Ulmaceae (1/4):** *Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Редко. В культуре и дикорастущий. *U. japonica* (Rehd.) Sarg. Летнезеленое дерево выше 10 м. Восточносибирско-японский. Редко. В культуре и дикорастущий. *U. macrocarpa* Hance. Летнезеленое дерево выше 10 м. Восточносибирско-японский. Редко. Дикорастущий. *U. pumila* L. Летнезеленое дерево выше 10 м. Амуро-японский. Повсеместно. В культуре и дикорастущий.

Сем. **Vitaceae (1/1):** *Vitis amurensis* Rupr. Летнезеленая деревянистая лиана. Амуро-корейский. Изредка. В культуре и дикорастущий.

В табл. 1 и 2 представлен таксономический спектр аборигенной флоры Хабаровска.

Количественные соотношения показывают, что основная часть аборигенных древесных растений принадлежит к семейству Rosaceae (26 видов, или 27%). Наиболее богато представлены роды: *Rosa* – 4 вида, *Spiraea* – 4, *Padus* – 4, *Crataegus* – 3, *Malus* и *Rubus* – по 5. Высокие позиции Rosaceae объясняются наличием значительного количества деревьев и кустарников в своем составе, а также широким ассортиментом культивируемых плодовых и декоративных деревьев и кустарников.

Таблица 1

Спектр семейств аборигенной флоры Хабаровска
[Spectrum of families of native flora of Khabarovsk]

Семейство [Family]	Доля, % [Share, %]
Rosaceae	27
Salicaceae	10
Betulaceae	8
Pinaceae	6
Caprifoliaceae	5
Aceraceae	4
Celastraceae	4
Hydrangeaceae	4
Ulmaceae	3
Adoxacea	3
Araliaceae	3
Одно-двухвидовые семейства [One- and two-species families]	23

Таблица 2

Родовой спектр аборигенной флоры Хабаровска
[Generic spectrum of the native flora of Khabarovsk]

Род [Genus]	Количество видов [Number of species]
<i>Salix</i>	8
<i>Betula</i>	5
<i>Lonicera</i>	5
<i>Acer</i>	4
<i>Euonimus</i>	4
<i>Rosa</i>	4
<i>Spiraea</i>	4
<i>Ulmus</i>	4
<i>Picea</i>	3
<i>Ribes</i>	3
<i>Tilia</i>	3
<i>Crataegus</i>	3
<i>Radus</i>	3
<i>Sorbus</i>	3
Одно-двухвидовые роды [One- and two-species genera]	16

Доля семейства Salicaceae уже значительно ниже – 10 видов, или 10%, и включает два рода: *Salix* (8 видов) и *Populus* (2 вида). Распространение ивовых связано с тем, что территория города рассечена оврагами, узкими долинами рек и ручьев, местообитания которых в значительной мере заняты естественными ивняками. В силу неприхотливости и быстрого вегетативного роста аборигенные тополя исторически широко использовались в создании линейных уличных посадок и парковых композиций.

Еще ниже роль занимающего третье место семейства Betulaceae (8 видов, или 8%) с родами *Betula* (5 видов), *Corylus* (2 вида), *Alnus* (1 вид). Березы традиционно используют в парковом и внутридворовом озеленении и придорожных посадках вдоль второстепенных улиц. В увлажненных овражных экотопах произрастают растения ольхи. В составе естественной и полуестественной растительности в парковой зоне можно встретить виды лещины.

На следующем месте в таксономическом спектре располагается семейство Pinaceae (6 видов, или 6%). В городских условиях аборигенные виды хвойных встречаются в основном в культурных посадках. Естественное семенное возобновление хвойных в урбанизированной среде затрудняется причинами эколого-ценотического характера: сокращением в городской черте площадей, занятых устойчивыми сообществами естественной лесной растительности.

В городском озеленении немаловажное место занимают представители семейства Caprifoliaceae (5 видов, или 5%). В основном, это жимолости *Lonicera*, обладающие высокодекоративными свойствами (5 видов).

Естественная флора данного региона богата видами Aceraceae. Во флоре Большехецирского заповедника присутствует 12 видов [Недолужко, 1991]. Из них в дендрофлоре Хабаровска встречаются 4 вида, или 4%. Особенно неприхотливы клен моно и клен приречный, они массово встречаются в посадках вдоль автомобильных дорог, в парках, скверах.

В семействе Sapindaceae по числу видов древесных растений одинаково (по четыре) содержат Celastraceae, Hydrangeaceae и Ulmaceae. Особенно широко используется ильм крупноплодный в линейных уличных посадках вдоль центральных улиц. Невысокие кряжистые широколиственные деревья с густой зеленью создают равновысотные высокоэстетичные посадки.

Участие 19 других семейств, несмотря на то, что многие их представители древесные растения, менее значительное (см. табл. 1). Среди них выделяется семейство Fabaceae, в составе которого находятся аборигенные древесные виды растений – *Caragana ussuriensis*, *Maackia*

amurensis, *Lespedeza bicolor*. Все эти виды встречаются в городе в культуре и дикорастущем состоянии. Одновидовых семейств всего 13. Высокое содержание одновидовых семейств можно связывать с низкой адаптацией аборигенных видов к условиям урбанизированной среды. Эту особенность аборигенной дендрофлоры Хабаровска можно считать индикатором антропогенной трансформации естественной дендрофлоры в урбанизированной среде.

Процессы апофитизации древесных аборигенных видов в урбанизированной среде ярко выражены в четырех ведущих семейства Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae и Pinaceae. Почти половина аборигенных видов дендрофлоры Хабаровска (50 видов, или 49%) относятся к этим семействам. Древесные виды названных семейств обладают достаточной степенью толерантности к антропогенному воздействию и относительно легко адаптируются в синантропизированных местообитаниях. Обнаружено, что в семействах Rosaceae, Salicaceae и Pinaceae присутствуют и наибольшее число чужеродных представителей [Борзенкова, Цыренова, 2024].

Сравнение таксономического спектра дендрофлоры Хабаровска и Большехецирского заповедника показывает одинаковое расположение вышеперечисленных семейств по числу видов на первых позициях [Мельникова, 2015]. На этом основании можно говорить о том, что дендрофлора Хабаровска показывает большое сходство с естественной флорой близлежащей территории.

Спектр жизненных форм анализируемой флоры отражает сложную вертикальную структуру хвойно-широколиственных лесов в естественной среде, где в составе древостоя различают несколько подъярусов по темпам роста и высоте растений [Современное состояние лесов..., 2009]. Эта характерная особенность сохраняется и в городских насаждениях. Здесь также преобладают крупномерные деревья выше 10 м (табл. 3). К ним относятся *Pinus koraiensis*, *Abies nephrolepis*, *Picea ajanensis*, *Larix gmelinii*, *Fraxinus mandshurica*, *Juglans mandshurica*, *Quercus mongolica*, *Populus suaveolens*, *Tilia amurensis*, *Phellodendron amurense* и др.

Кроме названных деревьев первой величины, в городских сообществах произрастают деревья до 10 м высоты, образующие нижние подъярусы. Это *Betula dahurica*, *B. costata*, *Maackia amurensis*, *Acer tegmentosum*, *Pyrus ussuriensis*, *Sorbus amurensis* и др.

Подсчеты показывают, что в городских естественных и полустественных сообществах, а также в искусственных насаждениях древостои преимущественно одноярусные, образованные высокоствольными деревьями (53 вида, или 52,5%). Кустарниковый ярус (46 видов, или

45,5%) обычно развит в естественных и полустественных сообществах в парковой зоне. Обычно встречаются виды *Sorbaria sorbifolia*, *Viburnum sargentii*, *Lespedeza bicolor*, *Lonicera chrysantha*, *L. ruprechtiana*, *Caragana ussuriensis*, *Corylus heterophylla*, *C. mandshurica*, *Physocarpus amurensis* и др.

Таблица 3

Жизненные формы аборигенной флоры Хабаровска
[Life forms of the native flora of Khabarovsk]

Жизненная форма [Life form]	Число видов [Number of species]	Доля от общего числа видов, % [Share of total number of species, %]
Вечнозеленое дерево выше 10 м [Evergreen tree taller than 10 m]	5	5
Вечнозеленый кустарник до 1 м [Evergreen shrub up to 1 m]	1	1
Вечнозеленый стланник [Evergreen dwarf pine]	2	2
Летнезеленая деревянистая лиана [Summer green woody liana]	3	3
Летнезеленое дерево выше 10 м [Summer green tree over 10 m]	28	27
Летнезеленое дерево до 10 м [Summer green tree up to 10 m]	15	15
Летнезеленый кустарник 1–2 м [Summer green shrub 1–2 m]	25	25
Летнезеленый кустарник выше 2 м [Summer green shrub above 2 m]	19	19
Летнезеленый кустарник до 1 м [Summer green shrub up to 1 m]	2	2
Летнезеленый полукустарник [Summer green subshrub]	1	1

Дальневосточные хвойно-широколиственные и широколиственные леса богаты представителями теплолюбивой маньчжурской флоры. Эта особенность ярко отражается в присутствии в спектре жизненных форм дендрофлоры Хабаровска деревянистых лиан (*Vitis amurensis*,

Schisandra chinensis и *Actinidia kolomikta*), а также эпифитного древесного полупаразита *Viscum coloratum*.

Вечнозеленые хвойные растения немногочисленны и представлены 8 видами (8%). В городской дендрофлоре содержатся доминанты естественных лесных формаций (*Abies nephrolepis*, *Picea ajanensis*, *Pinus koraiensis*). В культурных посадках находятся *Taxus cuspidata*, *Juniperus dahurica*, *Microbioita decussata*.

Анализ частоты встречаемости видов методом сеточного картографирования выявил, что более половины древесных растений на территории города Хабаровска часты и обычны (63 вида, 54,6%) (см. рис. 1). Остальные виды встречаются преимущественно редко и очень редко. Наиболее широко распространен *Populus suaveolens* – представитель долинных лесных формаций. Активность вида обусловлена не только естественным местопроизрастанием в пойменной растительности в черте города, но и массовым культивированием.

Сеточное картирование дает возможность оценить распределение дендрофлоры города (см. рис. 1). Явно прослеживается следующая картина: видовое богатство древесных растений выше в окраинных ячейках. Это можно объяснять расположением здесь крупных массивов естественной лесной растительности. Например, богатый видовой состав присутствует в квадратах b1, b2 в Краснофлотском районе города (67 и 75 видов соответственно). Также большое число видов отмечается в Центральном районе (от 39 до 60 видов), что обусловлено присутствием на этих территориях парковых зон с естественной растительностью.

Анализируя активность видов в городе, отмечаем, что большинство древесных растений в урбанизированной среде возобновляются естественными семенным и вегетативным способами, а также успешно культивируются в различных озеленительных объектах (табл. 4). Только в культуре встречаются хвойные растения вследствие угнетенности у них семенного возобновления в городских экотопах. Не используются в озеленении многие кустарники, формирующие спонтанные заросли, затрудняющие санитарные мероприятия.

Распределение видов изучаемой дендрофлоры по географическим элементам представлено в табл. 5. Количественные подсчеты показывают явное преобладание видов с восточноазиатскими типами ареала (82 вида, или 81%), что указывает на автохтонные процессы в формировании дендрофлоры Хабаровска. Среди них лидирующее положение занимают амуро-японские (25 видов) и амуро-корейские (23 вида) ареалы, охватывающие область распространения маньчжурского умеренно-континентального комплекса хвойно-широколиственных лесов [Современное состояние лесов..., 2009].

Таблица 4

Активность видов дендрофлоры Хабаровска
[Activity of dendroflora species in Khabarovsk]

Категория активности [Activity category]	Число видов [Number of species]	Доля видов, % [Proportion of species, %]
Только в культуре [Only in culture]	17	17
В культуре и дикорастущий [In culture and wild]	72	71
Только дикорастущий [Only wild]	12	12
Всего [Total]	101	100

Таблица 5

Типы ареалов аборигенной флоры Хабаровска
[Types of habitats of native flora of Khabarovsk]

Ареал [Habitat]	Количество видов [Number of species]
<i>Евроазиатско-североамериканский [Eurasian-North American]</i>	
Евроазиатско-североамериканский [Eurasian-North American]	4
<i>Евроазиатский [Eurasian]</i>	
Евроазиатский [Eurasian]	8
<i>Восточноазиатский [East Asian]</i>	
Охотско-японский [Okhotsk-Japanese]	4
Охотско-корейский [Okhotsk-Korean]	1
Дальневосточный [Far Eastern]	2
Амуро-японский [Amur-Japanese]	25
Амуро-корейский [Amur-Korean]	22
Амурский [Amur]	2
Восточносибирско-японский [East Siberian-Japanese]	11
Восточносибирско-корейский [East Siberian-Korean]	2
Восточносибирско-дальневосточный [East Siberian-Far Eastern]	9

Окончание табл. 5

Ареал [Habitat]	Количество видов [Number of species]
Восточносибирско-амурский [East Siberian-Amur]	3
Восточносибирский [East Siberian]	1
<i>Азиатский [Asian]</i>	
Сибирско-корейский [Siberian-Korean]	1
Сибирско-дальневосточный [Siberian-Far Eastern]	5
Азиатский [Asian]	1

В изучаемой флоре безусловно вследствие исторических причин отмечается присутствие видов с дизъюнктивным евроазиатско-североамериканским ареалом. Кроме того, примерно четверть видов охватывают сплошным ареалом лесную зону Азиатского материка.

Еще одна особенность географического распространения представителей дендрофлоры города Хабаровска – отсутствие видов с широким космополитным и голарктическим распространением. На основании географического анализа можно утверждать, что дендрофлора города Хабаровска представляет собой региональную флору.

Выводы

1. В дендрофлоре города Хабаровска выявлен 101 вид древесных растений, принадлежащих к 28 семействам и 51 роду.

2. Процессы апофитизации ярко проявляются в четырех ведущих семействах Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae и Pinaceae, содержащих в своем составе почти половину аборигенных видов дендрофлоры Хабаровска (50 видов, или 49%).

3. Особенность аборигенной дендрофлоры Хабаровска – высокое содержание одновидовых семейств. Это можно считать индикатором антропогенной трансформации естественной дендрофлоры в урбанизированной среде.

4. Спектр жизненных форм дендрофлоры города отражает сложную вертикальную структуру естественных хвойно-широколиственных лесов с их многоярусностью. Городские древостои представлены высокоствольными деревьями и кустарниками. Деревянистые лианы и эпифитный полупаразит – представители теплолюбивой маньчжурской лесной флоры.

5. Анализ частоты встречаемости видов методом сеточного картографирования показал, что большинство видов – обычные виды, распределенные равномерно по территории города. Видовое богатство древесных растений выше в окраинных ячейках, контактирующих с естественной лесной растительностью, а также в благоустроенных лесопарковых рекреационных зонах.

6. Оценка активности видов в городской среде выявила, что большинство древесных растений произрастают в естественных и полустественных урбанизированных местообитаниях и также успешно культивируются.

7. Распределение видов по географическим элементам показывает явное преобладание видов с восточноазиатскими типами ареала (82 вида, или 81%), что указывает на автохтонные процессы в формировании дендрофлоры Хабаровска.

8. Отсутствие видов с широким космополитным и голарктическим распространением свидетельствует о том, что дендрофлора города Хабаровска представляет собой региональную синантропизированную флору.

9. Из-за значительной толерантности многих местных видов древесных растений к антропогенному воздействию предлагается расширить ассортимент, особенно высокодекоративных и эндемичных видов естественной флоры, в благоустройстве городской среды.

Библиографический список / References

Бабурин А.А., Морозова Г.Ю. Состояние уличного озеленения в городе Хабаровске // Состояние лесов Дальнего Востока и актуальные проблемы лесоправления: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Хабаровск, 2009. С. 87–89. [Baburin A.A., Morozova G.Yu. The state of street landscaping in the city of Khabarovsk. *Sostoyanie lesov Dalnego Vostoka i aktualnye problemy lesoupravleniya: Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Khabarovsk, 2009. Pp. 87–89. (In Rus.).]

Бездеlev А.Б., Безделева Т.А. Жизненные формы семенных растений Российской Федерации Дальнего Востока. Владивосток, 2006. [Bezdelev A.B., Bezdeleva T.A. *Zhiznennyye formy semennykh rasteniy Rossiyskogo Dalnego Vostoka* [Life forms of seed plants of the Russian Far East]. Vladivostok, 2006.]

Борзенкова Т.Г., Цыренова Д.Ю. Чужеродные древесные растения в озеленении города Хабаровска // Социально-экологические технологии. 2024. Т. 14. № 1. С. 121–137. DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-1-121-137 [Borzenkova T.G., Tsyrenova D.Ju. Alien woody plants in the landscaping of the city of Khabarovsk. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2024. Vol. 14. No. 1. Pp. 121–137. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-1-121-137]

Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М., 1982. [Voroshilov V.N. Opredelitel rastenij sovsetskogo Dalnego Vostoka [Identification of plants of the Soviet Far East]. Moscow, 1982.]

Камелин Р.В. Флора Севера Европейской России (в сравнении с близлежащими территориями). СПб., 2017. [Kamelin R.V. Flora Severa Evropejskoj Rossii (v sravnenii s blizlezhashhimi territoriyami) [Flora of the North of European Russia (in comparison with nearby territories)]. St. Petersburg, 2017.]

Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск, 2002. [Koropachinskij I.Yu., Vstovskaya T.N. Drevesnye rasteniya Aziatskoj Rossii [Woody plants of Asian Russia]. Novosibirsk, 2002.]

Мельникова А.Б. Флора Хехцира. Хабаровск, 2015. [Melnikova A.B. Flora Khekhtsira [The flora of Khekhtsir]. Khabarovsk, 2015.]

Недолужко В.А. Конспект дендрофлоры российского Дальнего Востока. Владивосток, 1995. [Nedoluzhko V.A. Konspekt dendroflory rossijskogo Dalnego Vostoka [Abstract of dendroflora of the Russian Far East]. Vladivostok, 1995.]

Основные термины и понятия, используемые при изучении чужеродной и синантропной флоры / О.Г. Баранова, А.В. Щербаков, С.А. Сенатор и др. // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2018. Т. XII. № 4. С. 4–22. [Baranova O.G., Shcherbakov A.V., Senator S.A. et al. The main terms and concepts used in the study of alien and synanthropic flora. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2018. Vol. XII. No. 4. Pp. 4–22. (In Rus.)]

Пастушенко А.Д. Дендрофлора города Рязани: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2021. [Pastushenko A.D. Dendroflora goroda Ryazani [Dendroflora of the city of Ryazan]. PhD theses. Moscow, 2021.]

Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.П. Ковалева. Хабаровск, 2009. [Sovremennoe sostoyanie lesov rossijskogo Dalnego Vostoka i perspektivy ix ispolzovaniya [Current state of forests in the Russian Far East and prospects for their use]. A.P. Kovalev (ed.). Khabarovsk, 2009.]

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб., 1985–1996. Т. 1–8. [Sosudistye rasteniya sovsetskogo Dalnego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. St. Petersburg, 1985–1996. Vol. 1–8.]

Урбанофлористика в России: современное состояние и перспективы / А.С. Третьякова, О.Г. Баранова, С.А. Сенатор и др. // *Turczaninowia*. 2021. Т. 24. № 1. С. 125–144. [Tretyakova A.S., Baranova O.G., Senator S.A. Urban floristics in Russia: Current status and prospects. *Turczaninowia*. 2021. Vol. 24. No. 1. Pp. 125–144. (In Rus.)]

Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В., Антонова Л.А. Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. Владивосток; Хабаровск, 2001. [Shlotgauer S.D., Kryukova M.V., Antonova L.A. Sosudistye rasteniya Khabarovskogo kraja i ikh okhrana [Vascular plants of the Khabarovsk territory and the irprotection]. Vladivostok; Khabarovsk, 2001.]

Щербаков А.В., Майоров С.Р. Инвентаризация флоры и основы гербарного дела / под ред. В.С. Новикова. М., 2006. [Shherbakov A.V., Majorov S.R. Inventarizaciya flory i osnovy gerbarnogo dela [Inventory of flora and basics of herbarium work]. V.S. Novikov (ed.). Moscow, 2006.]

Статья поступила в редакцию 29.11.2024, принята к публикации 08.02.2025
The article was received on 29.11.2024, accepted for publication 08.02.2025

Сведения об авторах / About the authors

Борзенкова Татьяна Геннадьевна – директор, Детский эколого-биологический центр, г. Хабаровск

Tatyana G. Borzenkova – director, Children's Ecological and Biological Center, Khabarovsk, Russian Federation

E-mail: borzenkovatg@gmail.com

Цыренова Дулмажаб Юндуновна – доктор биологических наук; профессор высшей школы естественных наук, математики и информационных технологий Педагогического института, Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Dulmazhab Ju. Tsyrenova – Dr. Biol. Hab.; Professor at of the Higher School of Natural Sciences, Mathematics and Information Technology of the Pedagogical Institute, Pacific State University, Khabarovsk, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3892-309X>

E-mail: duma@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Т.Г. Борзенкова – сбор материала, идентификация, сеточное картографирование, литературный обзор

Д.Ю. Цыренова – консультирование, интерпретация результатов

Contribution of the authors

T.G. Borzenkova – collection of material, identification, grid mapping, literature review

D.Ju. Tsyrenova – consulting, interpretation of results

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

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-88-104

УДК 504.064.2+631.413/.423.5/.437.31

А.Г. Космачева¹, А.А. Марцев^{1, 2}, А.О. Ростунов¹

¹ Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
600000 г. Владимир, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет
имени И.М. Сеченова,
119048 г. Москва, Российская Федерация

Оценка засоления почв малого города с литейным производством (на примере города Меленки Владимирской области)

Целью данного исследования являлось определение засоления почв города Меленки Владимирской области как типичного малого города с развитым литейным производством. Содержание ионов устанавливали методом капиллярного электрофореза. Выявлено, что преобладающим катионом в почвах является кальций, среди анионов преобладают нитраты. Превышение значений ПДК по содержанию анионов не выявлено. Почва, отобранная вблизи металлургического предприятия «Литмаш-М», наиболее загрязнена фосфат- и сульфат-ионами, что может быть обусловлено выбросами производства. Проба, отобранная в транспортной зоне, характеризуется максимальными концентрациями катионов калия и натрия, вероятно, поступающими в составе противогололедных реагентов, а также нитрат- и фосфат-анионами, что связано с автотранспортной эмиссией. Почвы, характеризующиеся максимальными значениями удельной электропроводности, не представляют опасности для вегетации городских насаждений в связи с преобладанием ионов кальция и магния, являющихся необходимыми микроэлементами для растений. Исследование демонстрирует, что несмотря на техногенную нагрузку вследствие воздействия литейного

© Космачева А.Г., Марцев А.А., Ростунов А.О., 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



производства, почвы города Меленки характеризуются невысоким засолением, не представляющим опасности для вегетации городских насаждений.

Ключевые слова: городские почвы, катионно-анионный состав почв, засоление почв

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Космачева А.Г., Марцев А.А., Ростунов А.О. Оценка засоления почв малого города с литейным производством (на примере города Меленки Владимирской области) // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 1. С. 88–104. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-88-104

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-88-104

A.G. Kosmacheva¹, A.A. Martsev^{1, 2}, A.O. Rostunov¹

¹ Vladimir State University,
Vladimir, 600000, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University,
Moscow, 119048, Russian Federation

Assessment of soil salinity in a small town with a foundry (on the example of the town of Melenki in Vladimir region)

The research objective was to assess the salinity of soils of the town of Melenki, Vladimir region, as a typical small city with a developed foundry. The ion content was determined by capillary electrophoresis. It was revealed that calcium is the predominant cation in soils, nitrates predominate among the anions. The excess of the maximum permissible concentration values in terms of anion content was not revealed. The soil sampled near the «Litmash-M» metallurgical enterprise is most polluted with phosphate and sulfate ions, which may be due to production emissions. The sample taken in the transport zone is characterized by maximum concentrations of potassium and sodium cations, probably coming as part of deicing reagents, as well as nitrate and phosphate anions, which is associated with motor vehicle emissions. Soils characterized by maximum values of specific electrical conductivity do not pose any danger to the vegetation of urban plantations due to the predominance

of calcium and magnesium ions, which are essential trace elements for plants. The study demonstrates that despite the anthropogenic load due to the impact of the foundry, the soils of the town of Melenki are characterized by low salinity, which does not pose a danger to the vegetation of urban plantations.

Key words: urban soils, cationic-anionic composition of soils, soil salinization

FOR CITATION: Kosmacheva A.G., Martsev A.A., Rostunov A.O. Assessment of soil salinity in a small town with a foundry (on the example of the town of Melenki in Vladimir region). *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 1. Pp. 88–104. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-88-104

Введение

Засоление почвы является показателем количества растворенных в ней минеральных солей. В большинстве случаев в почвенно-водной вытяжке содержатся следующие минеральные ионы, перечисленные в порядке убывания важности: Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , K^+ , Mg^{2+} , NO_3^- [Artiola et al., 2019]. К первичным факторам засоления относится участие материнских пород. К вторичным – деятельность человека и естественные причины, такие как рельеф местности, количество осадков, продолжительность снежного периода. Антропогенными источниками поступления водорастворимых солей являются сточные воды, бытовые и промышленные отходы, противогололедные смеси, а также выбросы промышленных предприятий, попадающие в почву с атмосферными осадками [Artiola et al., 2019; Манжина, 2021].

В первую очередь проблема засоления затрагивает сельскохозяйственные почвы [Butcher et al., 2016]. Однако исследования почв урбанизированных территорий также демонстрируют накопление растворенных минеральных солей [Распределение..., 2011; Экологическое состояние..., 2015; Осина, Арляпов, Горелова, 2023]. Избыточная концентрация солей способствует снижению гидравлической проводимости и увеличению поверхностного стока, эрозии и анаэробизации почв [Shannon et al., 2020]. Повышенная засоленность оказывает воздействие на структуру почвы, движение воды, разнообразие микроорганизмов и растений. В глобальном масштабе засоленные почвы занимают 952,2 млн га, что составляет почти 7% от общей площади суши [Artiola et al., 2019].

Для восстановления засоленных почв и поддержания оптимального солевого баланса необходимо определить причины, тип и степень засоления. Оценка степени засоленности почв осуществляется определением содержания минеральных солей в почве, а также с помощью измерения удельной электропроводности [Artiola et al., 2019; Манжина, 2021].

К настоящему времени опубликован ряд отечественных и зарубежных исследований по катионно-анионному составу почв малых городов [Распределение..., 2011; Экологическое состояние..., 2015; Осина, Арляпов, Горелова, 2023].

По городу Меленки Владимирской области проведено исследование загрязнения почвы тяжелыми металлами и мышьяком [Оценка..., 2024]. Установлено, что проба, отобранная на территории, прилегающей к металлургическому предприятию «Литмаш-М», характеризуется высоким уровнем загрязнения тяжелыми металлами. Высокие концентрации солей в почвах могут привести к мобилизации потенциально токсичных тяжелых металлов, способных к биоаккумуляции в пищевых цепях, таким образом, определение засоления почв данного города является актуальным.

Цель данного исследования – определение засоления почв г. Меленки Владимирской области как типичного малого города с литейным производством.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись почвы города Меленки (55°20'N 41°38'E). Город расположен в зоне дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почв, является административным центром Меленковского района Владимирской области, общая площадь составляет 10,86 км², численность населения 12 902 человек на 1 января 2023 г.¹

Карта с точками отбора проб почвы в г. Меленки показана на рис. 1. В качестве геохимического фона выбрана точка № 1, расположенная в лесу к юго-востоку от города. Ландшафтно-рекреационная зона представлена точками № 2 – в юго-восточной части города вблизи леса, № 10 – в северо-западной части около Приклонского парка. Проба № 3 отобрана в пойме р. Унжа. Промышленная зона представлена образцами: № 4 (близии ООО «Хлебозавод «Меленковский»), № 5 (ООО «Жаннет»), № 6 (ООО «Литмаш-М»), № 7 (ООО «Меленковский консервный завод»). К селитебной зоне относятся точки: № 8 в юго-западной части города, № 9 в зоне жилой застройки юго-восточной части, № 12 в западной части. Транспортная зона представлена образцом № 11.

Отбор почвенных проб осуществляли в августе 2023 г. в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–2017 на глубине 0–10 см.

¹ Федеральная служба государственной статистики. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2023 года. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения: 05.08.2024).

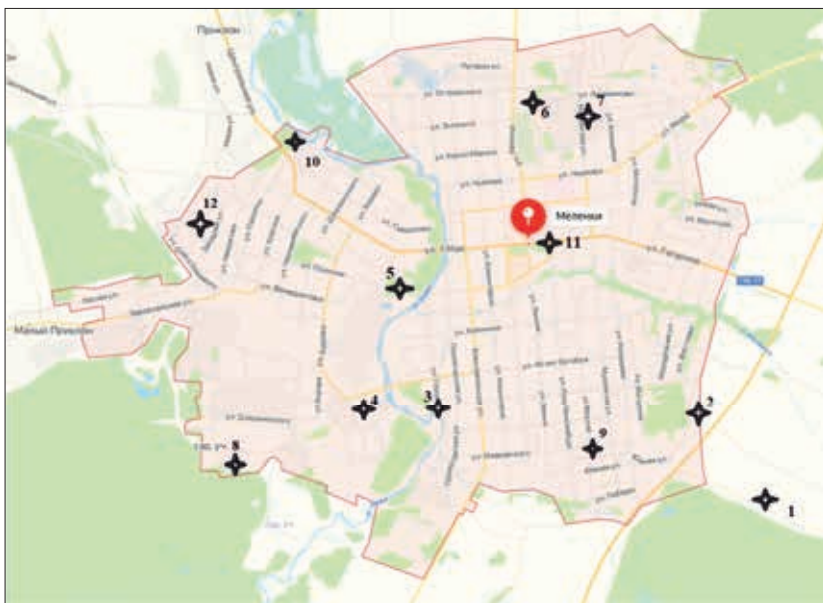


Рис. 1. Карта города Меленки

Цифрами обозначены точки отбора проб

Fig. 1. Map of the town of Melenki

The numbers indicate sampling points

Для статистической обработки результатов полученные данные анализировали с использованием программы Statistica 7.0. Проведен корреляционный анализ зависимости показателя удельной электрической проводимости от концентрации ионов в почве ($p < 0,05$), рассчитан коэффициент корреляции Спирмена. В качестве погрешности указаны значения стандартной ошибки среднего.

Удельную электрическую проводимость водной вытяжки почвенных образцов определяли согласно ГОСТ 26423–85² кондуктометром марки Mettler Toledo Seven Compact S230. Содержание ионов устанавливали методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-205» согласно

² ГОСТ 26423–85 «Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки». М., 1986.

ПНД Ф 16.1:2.2.3:2.2.69–10³ для определения анионов и ПНД Ф 16.1:2.2.2:2.3.74–2012⁴ для определения катионов.

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) приведены согласно СанПиН 1.2.3685–21⁵.

Результаты и обсуждение

Содержание катионов в исследуемых почвах представлены в табл. 1.

В исследуемых почвах преобладают катионы кальция, что соответствует литературным данным [Распределение..., 2011; Экологическое состояние..., 2015; Комплексный подход..., 2023; Осина, Арляпов, Горелова, 2023; Оценка засоления..., 2023]. Диапазон содержания составляет 0–368,2 мг/кг. Максимальные концентрации выявлены в пойменной почве из точки № 3. Минимальное содержание установлено в фоновой точке № 1. Также низкие концентрации кальция установлены в пробе № 2 ландшафтно-рекреационной зоны вблизи леса в юго-восточной части города недалеко от фоновой точки № 1. Кальций необходим для метаболизма растений, способствует формированию почвенных коллоидов и может препятствовать образованию соды, что оказывает благоприятное влияние на свойства почв [Экологическое состояние..., 2015; Манжина, 2021; Осина, Арляпов, Горелова, 2023; Dou et al., 2023]. Однако для городских почв повышенное содержание карбоната кальция может являться фактором риска ослабления грунта, образования трещин и осадки зданий [Al-Mamoori et al., 2019].

Калий является вторым по содержанию катионом в исследуемых почвах, что соответствует литературным данным [Комплексный подход..., 2023]. Диапазон его содержания составляет 11,89–195,2 мг/кг. Максимальная концентрация выявлена в пробе № 11 транспортной зоны, минимальная – в образце № 2 ландшафтно-рекреационной зоны. Высокое содержание данного иона в почвах близи автомобильной дороги, вероятно, связано с поступлением в составе противогололедных

³ ПНД Ф 16.1:2.2.3:2.2.69–10 «Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли водорастворимых форм хлорид-, сульфат-, оксалат-, нитрат-, фторид-, формиат-, фосфат-, ацетат-ионов в почвах, грунтах тепличных, глинах, торфе, осадках сточных вод, активном иле, донных отложениях методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». М., 2010.

⁴ ПНД Ф 16.1:2.2.2:2.3.74–2012 «Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли водорастворимых форм аммония, калия, натрия, магния, кальция в почвах, грунтах, глине, торфе, осадках сточных вод, донных отложениях методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». М., 2012.

⁵ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., 2021.

Таблица 1

Содержание катионов, мг/кг почвы
[Cation content, mg/kg of soil]

Образец почвенной пробы [Soil sample]	NH_4^+	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Фон [Background]					
1	0,75	27,38	9,19	11,67	0
Ландшафтно-рекреационная зона [Landscape and recreational area]					
2	0	11,89	4,11	3,47	13,76
10	30,7	34,27	4,80	6,04	39,13
Пойменная почва [Alluvial soil]					
3	10,37	50,1	19,5	43,08	368,2
Промышленная зона [Industrial area]					
4	20,25	29,92	11,31	31,52	224,3
5	0	51,7	13,77	38,08	315,7
6	0	26,08	17,06	18,76	277,9
7	7,84	36,57	6,99	19,74	79,2

<i>Селитебная зона [Residential area]</i>					
8	22,77	20,12	4,91	4,67	21,85
9	7,56	54,0	9,73	31,21	197,65
12	34,10	91,0	18,98	12,92	49,03
<i>Транспортная зона [Transport area]</i>					
11	17,46	195,2	106,1	13,41	89,3

Примечание. Предельно-допустимые концентрации катионов в почве не регламентируются нормативными документами.
 [Note. Maximum permissible concentrations of cations in soil are not regulated by regulatory documents of the Russian Federation.]

реагентов [Распределение..., 2011; Герасимов, Чугунова, Поляк, 2019]. Несмотря на то, что калий необходим для почвенного плодородия, его значительное повышение способствует дисбалансу в концентрации солей почвенного раствора [Герасимов, Чугунова, Поляк, 2019; Осина, Арляпов, Горелова, 2023].

Содержание катионов натрия варьирует в диапазоне 4,11–106,1 мг/кг. Максимальная концентрация выявлена в точке № 11, расположенной в транспортной зоне, что, вероятно, связано с поступлением в составе противогололедных реагентов [Распределение..., 2011; Герасимов, Чугунова, Поляк, 2019; Shannon et al., 2020]. Повышение концентрации данных ионов вблизи автомобильных дорог также было установлено при исследовании катионно-анионного состава почв г. Гусь-Хрустального Владимирской области [Оценка засоления..., 2023], ряда малых городов Тульской области [Экологическое состояние..., 2015; Осина, Арляпов, Горелова, 2023] и Республики Беларусь [Распределение..., 2011]. Избыток натрия в почве приводит к вытеснению ионов кальция и магния, способствуя снижению поглотительной способности почв и усилению процессов осолонцевания [Butcher et al., 2016; Artiola et al., 2019; Shannon et al., 2020; Осина, Арляпов, Горелова, 2023]. Натрий оказывает наиболее негативное влияние на рост и развитие растений по сравнению с другими катионами из-за его способности вытеснять ионы кальция из клеточных стенок мембран растений, что вызывает денатурацию и дестабилизацию белка. Также повышенное содержание катионов натрия приводит к пептизации почвенных коллоидов, изменяя механический состав почв в сторону увеличения илистой фракции [Butcher et al., 2016].

Диапазон содержания магния составляет 3,47–43,08 мг/кг. Максимальная концентрация установлена в пробе № 3 – почвы, отобранной в пойме р. Унжа. Минимальная концентрация выявлена в точке № 2 ландшафтно-рекреационной зоны. Магний является распространенным катионом в городских почвах [Распределение..., 2011; Экологическое состояние..., 2015; Осина, Арляпов, Горелова, 2023; Оценка засоления..., 2023]. Данные концентрации магния не вызывают опасений в связи с тем, что магний является важным макроэлементом для жизнедеятельности растений [Butcher et al., 2016; Осина, Арляпов, Горелова, 2023].

Содержание ионов аммония варьирует в диапазоне 0–34,10 мг/кг, максимальная концентрация выявлена в пробе № 12 селитебной зоны западной части города. Минимальные концентрации установлены в пробе № 2 ландшафтно-рекреационной зоны, в точках № 5 и 6 промышленной

зоны. Фоновая проба № 1 также характеризуется низким содержанием ионов аммония (0,75 мг/кг). Подобное варьирование концентраций данного катиона совпадает с литературными данными [Комплексный подход..., 2023; Осина, Арляпов, Горелова, 2023; Оценка засоления..., 2023]. В связи с тем, что ион аммония необходим для обмена веществ растений [Экологическое состояние..., 2015; Осина, Арляпов, Горелова, 2023], его отсутствие и крайне низкие концентрации могут способствовать ухудшению вегетации зеленых насаждений.

Полученные результаты содержания анионов в исследуемых почвах представлены в табл. 2.

Преобладающими анионами в исследованных образцах почв являются нитраты, их концентрации варьируются в диапазоне 12,85–67,3 мг/кг, не превышая ПДК. Преобладание нитрат-анионов в почвах города Меленки связано с высоким фоновым содержанием, составляющим 43,55 мг/кг. Максимальная концентрация установлена в точке № 11 транспортной зоны, что, вероятно, связано с автотранспортной эмиссией. Избыток данных ионов в почве может привести к поступлению в подземные и грунтовые воды, накоплению в растениях, образованию токсичных нитрозопроизводных [Экологическое состояние..., 2015; Герасимов, Чугунова, Поляк, 2019].

Содержание фосфатов составляет 1,23–77,0 мг/кг, не превышая ПДК. Максимальная концентрация установлена в точке № 11 транспортной зоны. Кроме того, повышенная концентрация выявлена в точке № 6 промышленной зоны, что может быть связано с выбросами литейного производства [Экологическое состояние..., 2015; Осина, Арляпов, Горелова, 2023]. Избыток фосфатов способен привести к изменению химических свойств почв, нарушению структуры микробиома и ухудшению продуктивности растений.

Содержание сульфатов колеблется в диапазоне 0–53,05 мг/кг, не превышая ПДК. Максимальные концентрации установлены в точке № 6 промышленной зоны вблизи ООО «Литмаш-М», что может быть связано с выбросами предприятия [Распределение..., 2011]. Минимальные концентрации выявлены в пробах № 8 и 9 селитебной зоны. Низкие содержания данного аниона также могут оказывать негативное воздействие на растения в связи с тем, что сульфат является макроэлементом, необходимым для синтеза аминокислот цистеина и метионина [Butcher et al., 2016].

Содержание фторидов составляет 0–4,68 мг/кг, не превышая ПДК. Низкое содержание данных анионов соответствует литературным данным и также отмечено в урбанизированных почвах г. Гусь-Хрустального

Таблица 2

Содержание анионов, мг/кг почвы
[Anion content, mg/kg of soil]

Образец почвенной пробы [Soil sample]	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	PO ₄ ³⁻
<i>Фон [Background]</i>					
1	0	4,14	43,55	0	1,56
<i>Ландшафтно-рекреационная зона [Landscape and recreational area]</i>					
2	0	3,47	16,73	4,08	3,2
10	0	4,21	19,10	0	18,0
<i>Пойменная почва [Alluvial soil]</i>					
3	0	4,45	24,85	0,71	1,27
<i>Промышленная зона [Industrial area]</i>					
4	0	1,92	16,14	0	1,56
5	0	9,75	12,85	4,68	3,2
6	0	53,05	16,32	1,48	40,35
7	0	5,30	26,23	0	1,43

<i>Селитебная зона [Residential area]</i>					
8	0	0	33,10	0	9,5
9	0	1,02	56,35	2,01	1,23
12	0	23,82	45,12	1,16	13,90
<i>Транспортная зона [Transport area]</i>					
11	0	30,12	67,3	3,49	77,0

Примечание. ПДК: NO_3^- – 130 мг/кг, F^- – 10 мг/кг, PO_4^{3-} – 200 мг/кг.

[Note. Maximum permissible concentrations: NO_3^- – 130 mg/kg, F^- – 10 mg/kg, PO_4^{3-} – 200 mg/kg.]

Владимирской области [Оценка засоления..., 2023] и городов Тульской области [Осина, Арляпов, Горелова, 2023]. Максимальная концентрация установлена в пробе № 5 промышленной зоны.

В исследуемых образцах почв г. Меленки хлорид-ионов не выявлено.

Удельная электрическая проводимость обусловлена ионами, образующимися при диссоциации электролитов и также является мерой засоления почвы. Результаты измерения удельной электропроводности водных вытяжек исследуемых почв представлены в табл. 3.

Таблица 3

Удельная электропроводность почвенной вытяжки
[Specific electrical conductivity]

Образец почвенной пробы [Soil sample]	Удельная электропроводность, мкСм/см [Specific electrical conductivity, $\mu\text{S}/\text{cm}$]
Фон [Background]	
1	31,6
Ландшафтно-рекреационная зона [Landscape and recreational area]	
2	3,6
10	59,5
Пойменная почва [Alluvial soil]	
3	178,8
Промышленная зона [Industrial area]	
4	122,1
5	172,8
6	140,1
7	70,8
Селитебная зона [Residential area]	
8	18,1
9	90,8
12	24,5
Транспортная зона [Transport area]	
11	93,06

Величина удельной электропроводности водных вытяжек почв города Меленки варьирует в диапазоне 3,6–178,8 мкСм/см. Минимальное значение установлено в точке № 2 рекреационной зоны, максимальное выявлено в пробе № 3 пойменной почвы и № 5 промышленной зоны. Установлена положительная корреляционная зависимость удельной электропроводности от концентрации катионов Ca^{2+} ($r = 0,9371$; $p = 0,000$), Mg^{2+} ($r = 0,8951$; $p = 0,000$), Na^+ ($r = 0,6643$; $p = 0,018$) и отсутствие зависимости от катионов K^+ ($r = 0,3846$; $p = 0,217$), NH_4^+ ($r = -0,2535$; $p = 0,4266$) и анионов SO_4^{2-} ($r = 0,4126$; $p = 0,2652$), NO_3^- ($r = -0,3497$; $p = 0,265$), F^- ($r = 0,2175$; $p = 0,497$), PO_4^{3-} ($r = -0,1579$; $p = 0,624$) и Cl^- в связи с его отсутствием в исследуемых образцах. Таким образом, на величину электрической проводимости почв г. Меленки наибольшее влияние оказывают катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , перечисленные в порядке убывания. Высокие значения удельной электропроводности в пробах № 3 и 5 не представляют опасности для вегетации городских насаждений в связи с тем, что они обусловлены, преимущественно, содержанием кальция и магния, являющихся необходимыми микроэлементами для растений.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что преобладающим катионом в почвах г. Меленки является кальций. Данный ион не оказывает негативное влияние на почвенную биоту, однако может создавать риск ослабления грунта.

Среди анионов преобладают нитраты, что связано с повышенным фоновым содержанием. Кроме того, проба № 6 промышленной зоны вблизи металлургического предприятия «Литмаш-М» наиболее загрязнена фосфат- и сульфат-ионами, что может быть обусловлено выбросами промышленного предприятия. Однако превышение значений ПДК по содержанию анионов в исследуемых почвах не выявлено.

Проба № 11, отобранная в транспортной зоне, характеризуется максимальными концентрациями катионов калия и натрия, вероятно, поступающими в составе противогололедных реагентов, а также нитрат- и фосфат-анионами, что связано с автотранспортной эмиссией. По величине удельной электропроводности водных вытяжек максимальные значения установлены для пойменной почвы и пробы № 5, отобранной в промышленной зоне. Однако они не представляют опасности для вегетации городских насаждений в связи с преобладанием ионов кальция и магния, являющихся необходимыми микроэлементами для растений.

Таким образом, несмотря на техногенную нагрузку вследствие воздействия литейного производства, почвы г. Меленки характеризуются невысоким засолением, не представляющим опасности для вегетации городских насаждений.

Библиографический список / References

Герасимов А.О., Чугунова М.В., Поляк Ю.М. Сезонные изменения содержания противогололедных средств в дерново-подзолистой почве в лабораторном и полевом экспериментах // Биосфера. 2019. Т. 11. № 4. С. 171–177. DOI: 10.24855/biosfera.v11i4.512 [Gerasimov A.O., Chugunova M.V., Polyak Yu.M. The seasonal changes in the content of de-icing salts in sod-podzol soil in laboratory and field experiments. *Biosfera*. 2019. Vol. 11. No. 4. Pp. 171–177. (In Rus.). DOI: 10.24855/biosfera.v11i4.512]

Комплексный подход в оценке экологического состояния городских парковых почв / С.Г. Скугорева, Л.И. Домрачева, А.И. Фокина и др. // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. № 2. № 67. С. 102–112. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-102-112 [Skugoreva S.G., Domracheva L.I., Fokina A.I. et al. An integrated approach to assessing the ecological state of urban park soils, Kirov, Russia. *South of Russia: Ecology, Development*. 2023. Vol. 18. No. Pp. 102–112. (In Rus.). DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-102-112]

Манжина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв: российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 163–181. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-163-181 [Manzhina S.A. On the issue of chemical mechanism and soil salinity degree determination: Russian and foreign practices. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2021. Vol. 11. No. 3. Pp. 163–181. (In Rus.). DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-163-181]

Осина К.В., Арляпов В.А., Горелова С.В. Анионно-катионный состав почв урбанизированных экосистем Тульской области // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 1. С. 24–37. DOI: 10.46689/2218-5194-2023-1-1-27-37 [Osina K.V., Arlyapov V.A., Gorelova S.V. Anionic-cationic composition of soil in urbanized ecosystems of the Tula region. *Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth*. 2023. No. 1. Pp. 24–37. (In Rus.). DOI: 10.46689/2218-5194-2023-1-1-27-37]

Оценка засоления почв среднего по численности города (на примере Гусь-Хрустального Владимирской области) / Е.А. Трифонова, А.Г. Космачева, А.А. Марцев и др. // Социально-экологические технологии. 2023. Т. 13. № 4. С. 384–398. DOI: 10.31862/2500-2961-2023-13-4-384-398 [Trifonova T.A., Kosmacheva A.G., Martsev A.A. et al. Assessment of soil salinity in an average city (on the example of Gus-Khrustalny in Vladimir region). *Environment and Human: Ecological Studies*. 2023. Vol. 13. No. 4. Pp. 384–398. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2023-13-4-384-398]

Оценка эпидемиологического риска для здоровья и эколого-гигиеническая характеристика почв малого города с литейным производством / Т.А. Трифонова, А.А. Марцев, О.Г. Селиванов и др. // Гигиена и санитария. 2024. Т. 103. № 2. С. 172–181. DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-2-172-181 [Trifonova T.A., Martsev A.A., Selivanov O.G. et al. Health risk assessment and ecological and hygienic characteristics of soils of a district center with low Industrial Potential. *Hygiene and Sanitation*. 2024. Vol. 103. No. 2. Pp. 172–181. (In Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2023-103-2-172-181]

Распределение минеральных водорастворимых веществ в почвах функциональных зон городов с различной техногенной нагрузкой / В.А. Рыжиков, Ю.А. Романкевич, Д.Ю. Городецкий, Г.М. Бокая // Природопользование. 2011. № 20. С. 68–75. [Ryzhikov V.A., Romankevich Yu.A., Gorodetski D.Yu., Bokaya G.M. Distribution of mineral water soluble matters in cities functional zones soils of various technogenic loads. *Nature Management*. 2011. No. 20. Pp. 68–75. (In Rus.)]

Экологическое состояние почвенного покрова Тульской области / И.А. Нечаева, В.А. Арляпов, Е.В. Акатова, Е.М. Волкова // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2015. № 4. С. 283–293. [Nechaeva I.A., Arlyapov V.A., Akatova E.V., Volkova E.M. Ecological condition of soil Tula region. *News of the Tula State University. Natural Sciences*. 2015. No. 4. Pp. 283–293. (In Rus.)]

Al-Mamoori S.K., Al-Maliki L.A.J., El-Tawel K. et al. Chloride, calcium carbonate and total soluble salts contents distribution for An-Najaf and Al-Kufa cities' soil by using GIS. *Geotech. Eng.* 2019. No. 37. Pp. 2207–2225. DOI: 10.1007/s10706-018-0754-x

Artiola J.F., Walworth J.L., Musil S.A., Crimmins M.A. Environmental and pollution science (third edition). *Chapter 14 Soil and Land Pollution*. M.L. Brusseau, I.L. Pepper, P. Charles (eds.). Academic Press, 2019. Pp. 219–235. DOI: 10.1016/B978-0-12-814719-1.00014-8

Butcher K., Wick A.F., DeSutter T. et al. Soil salinity: A threat to global food security. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. Iss. 6. Pp. 2189–2200. DOI: 10.2134/agronj2016.06.0368

Dou X., Zhang J., Zhang C. et al. Calcium carbonate regulates soil organic carbon accumulation by mediating microbial communities in Northern China. *CATENA*. 2023. Vol. 231. Art. 107327. DOI: 10.1016/j.catena.2023.107327

Shannon T.P., Ahler S.J., Mathers A. et al. Road salt impact on soil electrical conductivity across an urban landscape. *Journal of Urban Ecology*. 2020. Vol. 6. Iss. 1. Art. juaa006. DOI: 10.1093/jue/juaa006

Статья поступила в редакцию 09.12.2024, принята к публикации 15.01.2025
The article was received on 09.12.2024, accepted for publication 15.01.2025

Сведения об авторах / About the authors

Космачева Анастасия Геворговна – кандидат биологических наук; доцент кафедры биологии и экологии, Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Anastasia G. Kosmacheva – PhD in Biology; Associate Professor at the Department of Biology and Ecology, Vladimir State University, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1988-8615>

E-mail: hijadelaluna@mail.ru

Марцев Антон Андреевич – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры биологии и общей генетики Института цифрового биодизайна и моделирования живых систем, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова; доцент кафедры биологии и экологии, Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Anton A. Martsev – PhD in Biology; associate professor at the Department of Biology and General Genetics of the Institute of Digital Biodesign and Modeling of Living Systems, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; associate professor at the Department of Biology and Ecology, Vladimir State University, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3572-9163>

E-mail: martsevaaa@yandex.ru

Ростунов Алексей Олегович – аспирант кафедры биологии и экологии, Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Alexey O. Rostunov – Postgraduate at the Department of Biology and Ecology, Vladimir State University, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6609-5634>

E-mail: chelovek-is@yandex.ru

Заявленный вклад авторов

А.Г. Космачева – интерпретация данных, написание текста статьи

А.А. Марцев – концепция исследования, проведение лабораторных исследований

А.О. Ростунов – отбор образцов

Contribution of the authors

A.G. Kosmacheva – interpreting data, writing the text of the article

A.A. Martsev – research concept, laboratory research

A.O. Rostunov – soil sampling

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

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-SUGP

УДК 631.45

А.В. Синдирева, Т.И. Усольцева, Ю.А. ГазизоваТюменский государственный университет,
625003 г. Тюмень, Российская Федерация

Оценка эффективности использования кофейного жмыха в качестве удобрения под яровую мягкую пшеницу (*Triticum aestivum*)

В статье рассматривается влияние кофейного жмыха на рост и развитие мягкой яровой пшеницы сорта Новосибирская-31 (*Triticum aestivum* L.). С этой целью было проведено две серии вегетационных опытов в течение 2023–2024 гг. Объектом исследования являлась лугово-черноземная почва с внесением различных доз кофейного жмыха. Кофейный жмых применяли по отдельности, а также в сочетании с гуматом торговой марки «Росток» и биопрепаратом «Байкал-ЭМ1». Влияние кофейного жмыха, внесенного в лугово-черноземную почву в дозах от 176 до 538 г/кг, на показатели роста и развития яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская-31 является неоднозначным и зависит от доз применяемого жмыха и от приемов применения. Внесение кофейного жмыха в лугово-черноземную почву в дозах 176, 333 и 538 г/кг оказывает, в основном, угнетающее воздействие на начальные показатели роста и развития яровой мягкой пшеницы. С повышением дозы жмыха токсический эффект возрастает. Наиболее стимулирующее действие на начальные показатели роста и развития пшеницы оказало применение препарата «Росток». Среди вариантов с использованием кофейного жмыха наилучшим является его сочетание с биопрепаратом «Байкал-ЭМ1».

Ключевые слова: кофейный жмых, органическое удобрение, фитотоксичный эффект, метод проростков, гумат, биопрепарат

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Синдирева А.В., Усольцева Т.И., Газизова Ю.А. Оценка эффективности использования кофейного жмыха в качестве удобрения под яровую мягкую пшеницу (*Triticum aestivum*) // Социально-экологические технологии. 2025. Т. 15. № 1. С. 105–127. DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-SUGP

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-SUGP

A.V. Sindireva, Yu.A. Gazizova, T.I. Usoltseva

University of Tyumen,
Tyumen, 625003, Russian Federation

Assessment of the effect of coffee grounds in different concentrations on the growth and development of spring soft wheat (*Triticum aestivum*)

The article examines the effect of coffee grounds on the growth and development of soft spring wheat of the Novosibirsk-31 variety (*Triticum aestivum* L.). To this end, two series of vegetation experiments were conducted during 2023–2024. The object of the study was meadow-chernozem soil with the introduction of various doses of coffee grounds. Coffee grounds were used separately, as well as in combination with the humate “Rostock” trademark and the biological product “Baikal-EM1”. The effect of coffee grounds introduced into meadow-chernozem soil in doses from 176 to 538 g/kg on the growth and development of spring soft wheat of the Novosibirsk-31 variety is ambiguous and depends on the doses of the grounds used and on the methods of application. The introduction of coffee grounds into meadow-chernozem soil in doses of 176, 333 and 538 g/kg has, mainly, a depressing effect on the initial growth and development of spring soft wheat. With an increase in the dose of coffee grounds, the toxic effect increases. The most stimulating effect on the initial growth and development of wheat was provided by the use of the drug “Rostock”. Among the options using coffee grounds, the best combination is “coffee grounds and Baikal-EM1”.

Key words: coffee grounds, organic fertilizer, phytotoxic effect, sprouting method, humate, biopreparation

FOR CITATION: Sindireva A.V., Gazizova Yu.A., Usoltseva T.I. Assessment of the effect of coffee grounds in different concentrations on the growth and development of spring soft wheat (*Triticum aestivum*). *Environment and Human: Ecological Studies*. 2025. Vol. 15. No. 1. Pp. 105–127. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-2961-2025-15-1-SUGP

Введение

Ежегодно объемы отходов производства и потребления растут, при этом уровень их переработки составляет не больше 7%, а остальная часть складывается на полигонах и несанкционированных свалках, оказывающих отравляющее воздействие на окружающую среду¹. Захоронение отходов остается одним из самых распространенных методов обращения с отходами [Слюсарь, 2019].

Частично изменить ситуацию может разработка технологий повторного использования различных видов отходов. Среди них можно отметить отходы кофейного производства, имеющие перспективу применения в качестве удобрений.

Индустрия кофе развивается по всему миру, потребление напитка ежегодно возрастает². Наряду со спросом на растворимый кофе возрос также спрос на зерновой и капсульный³. Таким образом, растущие спрос и предложение, а вместе с ними и объемы отходов производства смогут обеспечивать сырьем реализацию предложенного решения. Это позволяет решить ряд проблем: проблему утилизации твердых коммунальных отходов, нехватку органических удобрений, высокую стоимость промышленных удобрений. Однако для эффективного применения кофейного жмыха в качестве удобрений необходима научная разработка приемов его внесения с учетом конкретного типа почв и возделываемой культуры.

Цель исследования: оценка эффективности использования кофейного жмыха в качестве удобрения по показателям роста и развития яровой мягкой пшеницы, выращиваемой на лугово-черноземной почве.

¹ Иванов С. Экспертное мнение // Бюллетень Счетной палаты Российской Федерации. 2020. № 9. Мусорная реформа. С. 50–51.

² Сухорукова Е. Пандемия и возросшие цены на сырье снизили потребление кофе в России. РБК Бизнес. 2022. URL: <https://www.rbc.ru/business/12/05/2022/627ba44e9a79479834725d46?ysclid=lidh1pf9h6960650643> (дата обращения: 01.11.2024).

³ Геодакян Е. Эксперты сообщили о росте спроса на кофе в России: Новости в России и мире. ТАСС. 2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/11269887?ysclid=lidhk2hhlw123023920> (дата обращения: 01.11.2024).

Задачи исследования:

- 1) произвести оценку влияния кофейного жмыха на показатели лабораторной всхожести семян, роста и развития яровой мягкой пшеницы;
- 2) определить фитотоксичный эффект используемых в исследовании кофейно-почвенных смесей с применением метода проростков;
- 3) на основе вегетационных опытов предложить оптимальные методы использования кофейного жмыха на лугово-черноземной почве под яровую мягкую пшеницу.

Объекты исследования: лугово-черноземная почва, яровая мягкая пшеница сорта Новосибирская-31, кофейный жмых (получен из зерен средней обжарки фирмы «ETNACOFFEE» из Колумбии, Бразилии и Гватемалы).

Объекты и методы исследования

Вегетационный опыт по оценке изучаемых смесей кофейного жмыха и лугово-черноземной почвы проводился в 2023–2024 гг. в лаборатории экологического мониторинга Тюменского государственного университета и в научно-исследовательской лаборатории экологической физиологии растений и экспериментальной фитоэкологии Института экологической и сельскохозяйственной биологии (X-BIO) Тюменского государственного университета.

Для проведения вегетационного опыта была выбрана мягкая яровая пшеница сорта Новосибирская-31 (*Triticum aestivum* L.). В настоящее время зерновые культуры часто применяются в качестве тестовых. Этот сорт является распространенной культурой, используемой в сельскохозяйственном производстве в Западно-Сибирском регионе, при этом средняя урожайность зерна составляет 3,21 т/га. Вегетационный период составляет от 72 до 95 дней. По устойчивости к полеганию и прорастанию на корню сорт является устойчивым, к засухе – среднезасухоустойчивым. Сорт умеренно восприимчив к бурой ржавчине и септориозу⁴. Успешно возделывается на любых черноземных, каштановых, среднеподзолистых и слабоподзолистых почвах, при этом угнетается повышенной почвенной кислотностью⁵. Примечательно то, что в среднем за 14 суток проростки приобретают все характеристики, показатели которых необходимы для исследования и подлежат измерению.

⁴ Агропромышленная Компания КОЛОС. Официальный сайт. г. Подольск. 2018. URL: <https://www.apk-kolos.ru/> (дата обращения: 01.11.2024).

⁵ Яровая пшеница. 2019. URL: <https://universityagro.ru/rastenievodstvo/yarovaya-pshenitsa/?ysclid=lq7s12aoyр507> (дата обращения: 01.11.2024).

Вегетационные опыты проводились на лугово-черноземной почве, отобранной для проведения вегетационного опыта на фоновой территории. Содержание в почве органического вещества ($13 \pm 1,3\%$), подвижной формы калия K_2O (202 ± 31 млн⁻¹), нитрат-ионов (144 ± 22 млн⁻¹), содержание подвижной формы соединений фосфора P_2O_5 (112 ± 22 млн⁻¹).

Кофейный жмых, или кофейная гуща, являясь главным побочным отходом производства молотого кофе, содержит в себе ряд витаминов, микро- и макроэлементов, необходимых для стабильного роста и развития растительных организмов: K, Ca, P, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe, Ni, Cr, а также витамины B2 и PP, pH в среднем составляет 4,6 [Леонова, 2017]. Несмотря на широкую известность данного отхода как ценного удобрения, способствующего защите растений от вредителей, активизации деятельности дождевых червей, которая улучшает аэрацию почвы и насыщает ее гуминовыми кислотами посредством выделения в нее копролитов⁶, на настоящий момент недостаточно научно обосновано его наиболее оптимальное применение для конкретных сельскохозяйственных культур, выращиваемых на разных типах почв.

Для проведения опыта использовались пластиковые сосуды объемом 500 мл, заполненные слоем дренажа толщиной 2,5–3 см и заранее приготовленными смесями почвы и кофейного жмыха в разных соотношениях общей массой 200 г в каждом. Опыты проводились согласно методике вегетационного опыта. Семена пшеницы выращивали в климатической камере в течение 14 дней (Growth Chamber-GC-1000) с установленными параметрами температуры от 22 °С ночью до 24 °С днем и средней влажности 60%.

По окончании исследования производился учет следующих показателей: лабораторная всхожесть; высота надземной части ростков; длина корневой системы; масса сырого и сухого вещества. Отмечали визуальные признаки угнетения растений (хлороз, некроз).

Проводилось две серии опытов по следующим схемам.

Опыт № 1 состоит из 4 вариантов, повторность опыта – четырехкратная:

- 1) контроль – лугово-черноземная почва, 200 г;
- 2) соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг);
- 3) соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг);

⁶ Кофейный жмых. 2019. URL: <https://www.micoriza.ru/product/kofejnyj-zhmyh-2?ysclid=mckhwtbd90128671950> (дата обращения: 01.11.2024).

4) соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг).

Лучшая доза кофейного жмыха, установленная в результате опыта № 1, использована для *опыта № 2*, включающего 7 вариантов с применением гумата «Росток» [Грехова, Колоколова, Матвеева, 2013] и биопрепарата «Байкал-ЭМ1»⁷. Повторность опыта – четырехкратная:

- 1) контроль – лугово-черноземная почва, масса 200 г;
- 2) соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг);
- 3) почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»;
- 4) почва с применением гумата «Росток»;
- 5) смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»;
- 6) смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток»;
- 7) смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1».

Препараты «Байкал-ЭМ1» и «Росток» в зависимости от варианта опыта вносили по 25 мл каждый раствор, с соотношением 1 мл препарата к 1000 мл дистиллированной воды.

На этапе посева полив осуществлялся исходя из влагоемкости до полного насыщения (60%). Закладывали по 15 семян на сосуд. Опыт проводился в течение 14 дней. Опыты и учет показателей проводились согласно методике вегетационного опыта аналогично опыту № 1.

На основе проведенных вегетационных опытов для получения сопоставимых результатов были выполнены расчеты индексов токсичности и фитотоксичного эффекта методом проростков [Кадермас, Синдирёва, 2021].

Расчеты производились по следующим формулам:

$$\text{ИТФ} = \text{ТФ}_0 / \text{ТФ}_\text{к}, \quad (1)$$

где ИТФ – индекс токсичности оцениваемого фактора; ТФ_0 – среднее значение регистрируемого показателя в опыте; $\text{ТФ}_\text{к}$ – среднее значение этого же показателя в контроле.

$$\text{ФЭ} = \text{М}_\text{к} - \text{М}_\text{в} / \text{М}_\text{к} * 100, \quad (2)$$

где ФЭ – фитотоксичный эффект, %; $\text{М}_\text{к}$ – показатель роста и развития контрольного растения на сосуд; $\text{М}_\text{в}$ – показатель роста и развития растения в исследуемом варианте.

⁷ Байкал ЭМ1. Официальный сайт. 2002. URL: <https://baikal-em1.ru/?ysclid=lq85j0xz7o188921210> (дата обращения: 01.11.2024).

Уровень кислотности (рН-фактор) кофейно-почвенных смесей из опытов № 1 и № 2 определялся по методике ГОСТ 26423–85.

Обработка полученных результатов осуществлялась с применением пакета программ Microsoft Excel.

Результаты исследований

Кофейный жмых в дозах содержания кофе от 176 до 538 г/кг не оказал положительного влияния на начальные показатели роста и развития яровой мягкой пшеницы. В зависимости от дозы кофейного жмыха, внесенного в лугово-черноземную почву, установлено снижение показателей лабораторной всхожести (рис. 1).

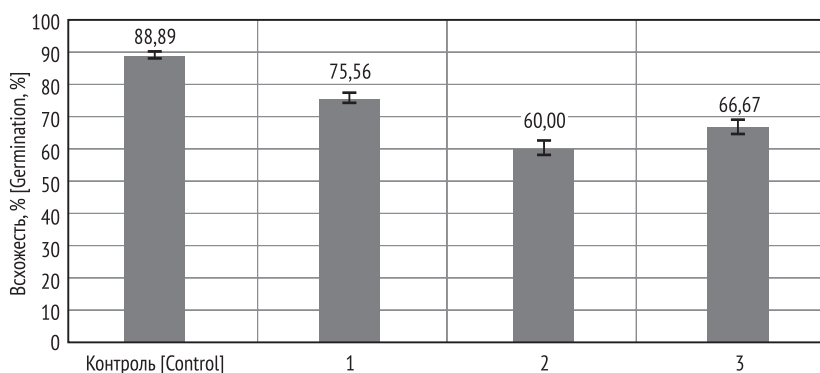


Рис. 1. Влияние кофейного жмыха в разных концентрациях на показатель лабораторной всхожести семян яровой мягкой пшеницы за 14 суток

Варианты смеси, соотношение масс кофейного жмыха / почвы:

1 – 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг); 2 – 50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг);

3 – 70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг)

Fig. 1. Effect of coffee grounds in different concentrations on the indicator of laboratory germination of spring soft wheat seeds for 14 days

Mixture options, coffee grounds / soil mass ratio: 1 – 30 g / 170 g (coffee dose 176 g/kg); 2 – 50 g / 150 g (coffee dose 333 g/kg); 3 – 70 g / 130 g (coffee dose 538 g/kg)

Наибольший процент всхожести семян пшеницы (88,89%) был в образце контрольной серии (рис. 1). В образце с содержанием кофе 176 г/кг отмечается самое высокое из всех опытных вариантов значение показателя всхожести – 75,56%. Самый низкий показатель лабораторной всхожести (60%) установлен при внесении кофейного жмыха в дозе с содержанием кофе 333 г/кг.

Данные о влиянии кофейного жмыха на высоту проростков и длину корневой системы яровой мягкой пшеницы представлены на рис. 2.

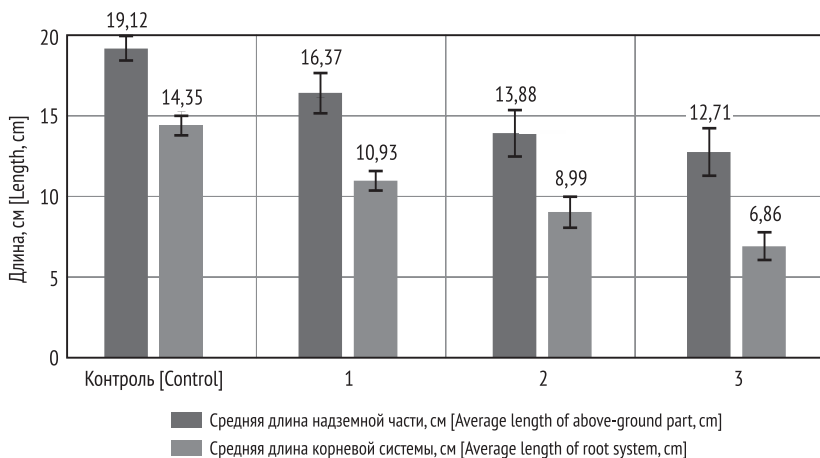


Рис. 2. Влияние кофейного жмыха в разных концентрациях на показатели роста и развития яровой мягкой пшеницы

Варианты смеси, соотношение масс кофейного жмыха / почвы:

1 – 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг); 2 – 50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг);

3 – 70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг)

Fig. 2. The effect of coffee grounds in different concentrations on the growth and development indicators of spring soft wheat

Mixture options, coffee grounds / soil mass ratio: 1 – 30 g / 170 g (coffee dose

176 g/kg); 2 – 50 g / 150 g (coffee dose 333 g/kg); 3 – 70 g / 130 g (coffee

dose 538 g/kg)

Наилучшие показатели роста яровой мягкой пшеницы отмечались в контрольном образце (рис. 2). По мере увеличения содержания кофейного жмыха в почве средние длины надземной части проростков пшеницы и их корневой системы уменьшаются на 37,35 и 52,2% соответственно, что свидетельствует об угнетении растений.

Аналогичная тенденция установлена при оценке показателей массы сырого и сухого вещества растений пшеницы (рис. 3).

Значения массы сырого и сухого вещества растений в образце контрольной серии больше, чем в вариантах с минимальным содержанием кофейного жмыха в почве, в 1,6 и 1,3 раза соответственно, т.е. применение кофейного жмыха негативно сказывается и на этих показателях.

Для оценки степени токсичности кофейно-почвенных смесей были рассчитаны индексы токсичности и фитотоксичный эффект (табл. 1, 2).

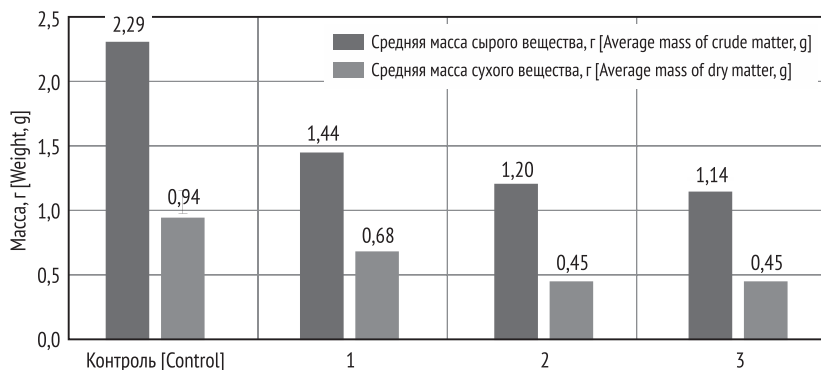


Рис. 3. Влияние кофейного жмыха в разных концентрациях на среднюю массу сырого и сухого вещества яровой мягкой пшеницы

Варианты смеси, соотношение масс кофейного жмыха / почвы:

1 – 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг); 2 – 50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг);

3 – 70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг)

Fig. 3. Effect of coffee cake at different concentrations on the average crude and dry matter weight of spring common wheat

Mixture options, coffee grounds / soil mass ratio: 1 – 30 g / 170 g (coffee dose 176 g/kg); 2 – 50 g / 150 g (coffee dose 333 g/kg); 3 – 70 g / 130 g (coffee dose 538 g/kg)

Интерпретация результатов проведена согласно указаниям [Кадермас, Синдирёва, 2021]. При этом установлены классы токсичности смесей и фитотоксичный эффект (%), который считается достоверным, если превышает 20%.

Можно отметить, что значения индекса токсичности по большинству показателей (длине надземной части и корневой системы растения, сырой массе проростков) уменьшаются от варианта с содержанием кофе 176 г/кг к варианту с содержанием 538 г/кг, что говорит о соответствующем возрастании токсичности кофейно-почвенных смесей. Вариантом с наименьшей токсичностью стал вариант с содержанием кофе 176 г/кг (IV класс) – низкая токсичность.

Результаты расчетов подтверждают меньшую токсичность варианта с дозой жмыха с содержанием кофе 176 г/кг, отмечается наименьший фитотоксичный эффект по тем же показателям, что и у индексов токсичности, рассмотренных ранее. Однако по ряду показателей (например, длина корневой системы и масса сырого вещества растений) и на этом варианте отмечается достоверный фитотоксический эффект.

Таблица 1

Индексы токсичности исследуемых кофейно-почвенных смесей
[Toxicity indices of the investigated coffee-soil mixtures]

Вариант, соотношение масс кофейного жмыха / почвы [Variant, coffee grounds / soil mass ratio]	Индекс токсичности [Toxicity index]				Класс токсичности [Toxicity class]
	По всхожести [Germination]	По длине надземной части [By length of the above- ground part]	По длине корневой системы [By length of root system]	По сырой массе проростков растений [By raw weight of plant seedlings]	
30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг) [30 g / 170 g (coffee dose 176 g/kg)]	0,85	0,86	0,76	0,63	IV (низкая токсичность) [Low toxicity]
50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг) [50 g / 150 g (coffee dose 333 g/kg)]	0,67	0,73	0,63	0,52	III (средняя токсичность) [Medium toxicity]
70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг) [70 g / 130 g (coffee dose 538 g/kg)]	0,75	0,66	0,48	0,50	III (средняя токсичность) [Medium toxicity]

Таблица 2

Фитотоксичный эффект исследуемых кофейно-почвенных смесей
[Phytotoxic effect of the investigated coffee-soil mixtures]

Вариант, соотношение масс кофейного жмыха / почвы [Variant, coffee grounds / soil mass ratio]	Фитотоксичный эффект, % [Phytotoxic effect, %]			
	По всхожести [Germination]	По длине надземной части [By length of the above- ground part]	По длине корневой системы [By length of root system]	По сырой массе проростков растений [By raw weight of plant seedlings]
30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг) [30 g / 170 g (coffee dose 176 g/kg)]	15	14,4	23,8	37,1
50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг) [50 g / 150 g (coffee dose 333 g/kg)]	32,5	27,4	37,4	47,6
70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг) [70 g / 130 g (coffee dose 538 g/kg)]	25	33,5	52,2	50,2

Из приведенного анализа следует, что кофейный жмых в исследуемых дозах угнетает рост и развитие яровой мягкой пшеницы, при этом чем меньше концентрация кофейного жмыха, тем менее негативное воздействие на рост и развитие яровой мягкой пшеницы. Возможно, предложенные дозы кофейного жмыха при внесении в лугово-черноземную почву способствуют изменению агрофизических и агрохимических свойств почвы и угнетению микробиологической активности почвы. Очевидно, что использование таких отходов в чистом виде в качестве удобрения сельскохозяйственных культур нецелесообразно и требуется разработка эффективных научно обоснованных приемов их применения.

При совместном использовании стимулирующего рост препарата, такого как «Росток», получаемого из гуминовой кислоты низинного торфа, и микробиологического препарата «Байкал-ЭМ1» в качестве удобрения, содержащего молочнокислые, азотфиксирующие, фотосинтезирующие бактерии, сахаромикеты, актиномицеты и другие микроорганизмы, доказавших свою эффективность при выращивании сельскохозяйственных культур, оказывающих стимулирующие свойства и способность к адаптации к различным условиям и стрессам, проведен второй лабораторный опыт с наилучшим вариантом концентрации жмыха к почве с содержанием кофе 176 г/кг. Результаты исследования лабораторной всхожести семян пшеницы представлены на рис. 4.

Наибольший процент всхожести семян пшеницы – в контрольном варианте (без внесения кофейного жмыха, гуминовых и микробиологических препаратов) и в опытном образце смеси кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) (рис. 4). В вариантах почвы с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1», смеси кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1», смеси почвы с гуматом «Росток» показатели всхожести имеют равное значение 91,11%, что на 2,38% ниже контрольного варианта и смеси кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг), но это не является достоверным снижением. Тенденция к снижению всхожести наблюдается в образцах смеси кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1» и смеси кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток», что соответствует значению показателя всхожести – 88,89%, что на 4,76% ниже контрольного варианта. Самый низкий показатель всхожести (84,44%) оказался у варианта «почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» без внесения в почву кофейного жмыха».

Данные о влиянии различных приемов применения кофейного жмыха на длину надземной части и корневой системы пшеницы представлены на рис. 5.

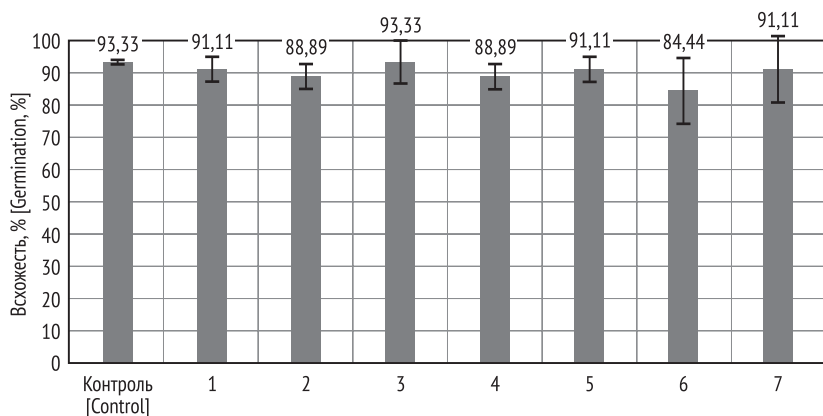


Рис. 4. Влияние применения препаратов «Росток» и «Байкал-ЭМ1» с почвенно-кофейной смесью на показатель лабораторной всхожести семян яровой мягкой пшеницы

Варианты смеси: 1 – почва с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 2 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» и гумата «Росток»; 3 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг); 4 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток»; 5 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 6 – почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 7 – почва с применением гумата «Росток»

Fig. 4. Effect of “Rostok” and “Baikal-EM1” preparations applied with soil-coffee grounds mixture on laboratory germination rate of spring soft wheat seeds

Mixture options: 1 – soil with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”; 2 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) using the biopreparation “Baikal-EM1” and humate “Rostok”; 3 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg); 4 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate “Rostok”; 5 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of biopreparation “Baikal-EM1”; 6 – soil with the use of biopreparation “Baikal-EM1”; 7 – soil with the use of humate “Rostok”

Исходя из данных диаграммы, наилучшие показатели роста отмечены на вариантах почв с применением гумата «Росток» и с использованием биопрепарата «Байкал-ЭМ1». Длина надземной части растений имеет тенденцию к превышению по сравнению уровня контроля на 10,96 и 10,66% соответственно. Однако это не достоверное различие. При оценке длины корневой системы отмечена противоположная ситуация.



Рис. 5. Влияние применения препаратов «Росток» и «Байкал-ЭМ1» с почвенно-кофейной смесью на показатели роста яровой мягкой пшеницы

Варианты смеси: 1 – почва с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 2 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» и гумата «Росток»; 3 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг); 4 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток»; 5 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 6 – почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 7 – почва с применением гумата «Росток»

Fig. 5. Effect of application “Rostok” and “Baikal-EM1” preparations with soil-coffee mixture on growth indicators of spring soft wheat for 14 days

Mixture options: 1 – soil with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”; 2 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) using the biopreparation “Baikal-EM1” and humate “Rostok”; 3 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg); 4 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate “Rostok”; 5 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of biopreparation “Baikal-EM1”; 6 – soil with the use of biopreparation “Baikal-EM1”; 7 – soil with the use of humate “Rostok”

В образце почвы с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» данный показатель самый низкий в опыте. Из вариантов с применением кофейного жмыха по показателям длины надземной части превышения уровня контроля не установлено. В то же время разные варианты с применением кофейного жмыха стимулировали рост корневой системы. Наилучший показатель отмечен в образцах с применением кофейного жмыха совместно с препаратом «Росток», отмечено превышение по сравнению

с контролем на 69,5%. Второй по эффективности – вариант «кофейный жмых совместно с препаратом «Байкал-ЭМ1» (длина корня выше уровня контроля на 54%).

На показатели массы сырого и сухого вещества пшеницы кофейный жмых с применением стимулятора роста и микробиологического препарата влияет иначе (рис. 6).

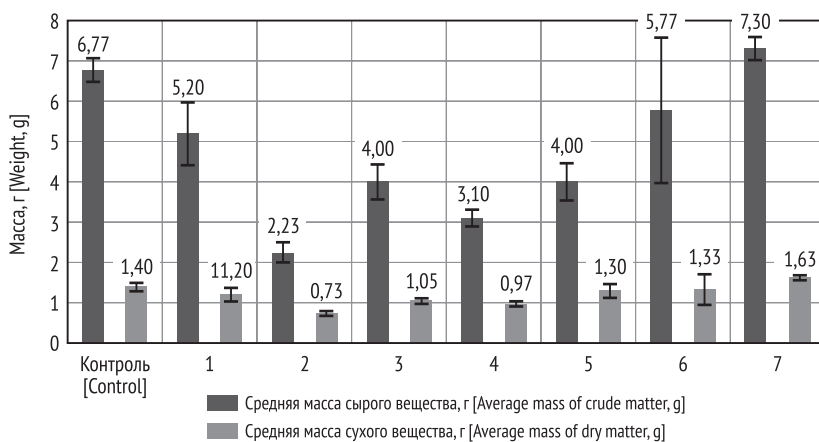


Рис. 6. Влияние применения препаратов «Росток» и «Байкал-ЭМ1» с почвенно-кофейной смесью на массу сырого и сухого вещества яровой мягкой пшеницы

Варианты смеси: 1 – почва с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 2 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» и гумата «Росток»; 3 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг); 4 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток»; 5 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 6 – почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 7 – почва с применением гумата «Росток»

Fig. 6. Effect of application “Rostok” and “Baikal-EM1” preparations with soil-coffee mixture on average weight of crude and dry matter of spring soft wheat

Mixture options: 1 – soil with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”; 2 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) using the biopreparation “Baikal-EM1” and humate “Rostok”; 3 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg); 4 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate “Rostok”; 5 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of biopreparation “Baikal-EM1”; 6 – soil with the use of biopreparation “Baikal-EM1”; 7 – soil with the use of humate “Rostok”

Не установлено достоверного положительного влияния используемых препаратов на массу растений (см. рис. 6). Лишь тенденция положительного влияния отмечается на варианте с применением препарата «Росток».

Результаты расчетов токсичности почвы вариантов смесей серии опытов № 2 представлены в табл. 3 и 4.

Все варианты, за исключением смеси кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1», не являются токсичными (см. табл. 3).

Полученные результаты позволяют выделить наименее токсичный и стимулирующий рост пшеницы вариант – это почва с применением гумата «Росток».

Также на их основе можно подтвердить, что наименее токсичным из вариантов с добавлением кофейного жмыха является смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1».

Установленная неоднозначность результатов исследования может быть связана с особенностями условий, необходимых для выращивания выбранного сорта яровой мягкой пшеницы. Возможно, кофейный жмых увеличивает кислотность среды и снижает водопроницаемость, что способствует снижению показателей роста и развития данной культуры.

Для оценки уровня кислотности водных вытяжек, полученных из использованных почвенно-кофейных смесей, были проведены лабораторные исследования (рис. 7).

В образцах смесей опыта № 1 наблюдается закономерное уменьшение значения показателя pH от внесения больших доз кофейного жмыха отдельно от препаратов. Максимальное значение pH составило 7,4 (слабощелочная среда) у контрольного варианта, минимальное – 5,91 (кислая среда) у соотношения масс кофейного жмыха / почвы 70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг), что указывает на большее подкисление почвы.

У образцов опыта № 2 значения pH изменяются в диапазоне 7,23–7,58. В данном опыте подкисления почв в связи с применением кофейного жмыха достоверно не установлено.

Таким образом, полученные предварительные результаты послужат основой для дальнейших исследований по разработке эффективных приемов применения кофейного жмыха в качестве удобрения.

Таблица 3

Индексы токсичности исследуемых кофейно-почвенных смесей с применением гумата и биопрепарата
[Toxicity indices of the investigated coffee-soil mixtures with the use of humate and biopreparation]

Вариант [Variant]	Индекс токсичности [Toxicity index]				Класс токсичности [Toxicity class]
	По всхожести [Germination]	По длине надземной части [By length of the above-ground part]	По длине корневой системы [By length of root system]	По сырой массе проростков растений [By raw weight of plant seedlings]	
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg)]	1	0,84	1,36	0,59	V (норма) [norm]
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate "Rostok"]	0,95	0,78	1,69	0,46	V (норма) [norm]
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) using the biopreparation "Baikal-EM1"]	0,98	0,78	1,54	0,59	V (норма) [norm]

Окончание табл. 3

Вариант [Variant]	Индекс токсичности [Toxicity index]				Класс токсичности [Toxicity class]
	По всхожести [Germination]	По длине надземной части [By length of the above- ground part]	По длине корневой системы [By length of root system]	По сырой массе проростков растений [By raw weight of plant seedlings]	
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”]	0,95	0,76	1,26	0,33	IV (низкая токсичность) [low toxicity]
Почва с применением гумата «Росток» [Soil with the use of humate “Rostok”]	0,98	1,11	1,05	1,08	V (норма) [norm]
Почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Soil with the use of the biopreparation “Baikal-EM1”]	0,90	1,11	0,89	0,85	V (норма) [norm]
Почва с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Soil with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”]	0,98	1,02	1,03	0,77	V (норма) [norm]

Таблица 4

Фитотоксичный эффект исследуемых кофейно-почвенных смесей с применением гумата и биопрепарата
[Phytotoxic effect of the investigated coffee-soil mixtures with the use of humate and biopreparation]

Вариант [Variant]	Фитотоксичный эффект, % [Phytotoxic effect, %]			
	По всхожести [Germination]	По длине надземной части [By length of the above- ground part]	По длине корневой системы [By length of root system]	По сырой массе проростков растений [By raw weight of plant seedlings]
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg)]	0	15,57	–36,42	40,9
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate “Rostok”]	4,76	21,62	–69,46	54,2
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) using the biopreparation “Baikal-EM1”]	2,38	21,86	–53,98	40,9
Смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”]	4,76	23,84	–25,78	67,06

Окончание табл. 4

Вариант [Variant]	Фитотоксичный эффект, % [Phytotoxic effect, %]			
	По всхожести [Germination]	По длине надземной части [By length of the above- ground part]	По длине корневой системы [By length of root system]	По сырой массе проростков растений [By raw weight of plant seedlings]
Почва с применением гумата «Росток» [Soil with the use of humate “Rostok”]	2,38	–10,66	–4,58	–7,83
Почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Soil with the use of the biopreparation “Baikal-EM1”]	9,53	–10,96	11,25	14,77
Почва с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1» [Soil with the use of humate “Rostok” and biopreparation “Baikal-EM1”]	2,38	–1,77	–2,94	23,19

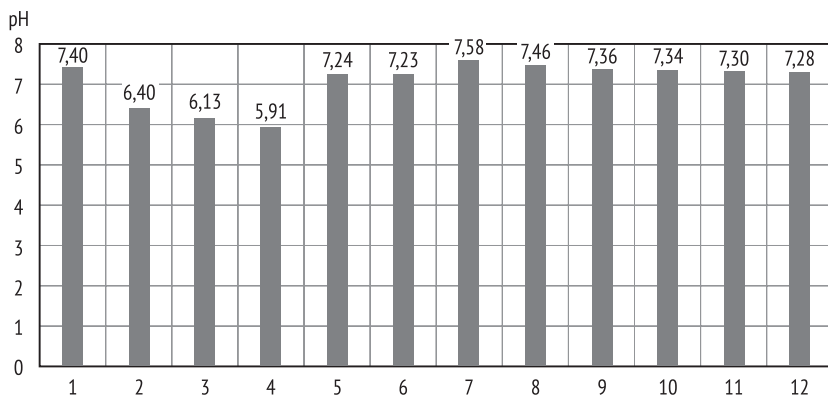


Рис. 7. Влияние применения гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1» на уровень кислотности среды водных вытяжек, полученных из использованных для проращивания семян почвенно-кофейных смесей на 14 сутки

Варианты смесей: 1 – контроль 1; 2 – соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг); 3 – соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 50 г / 150 г (доза кофе 333 г/кг); 4 – соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 70 г / 130 г (доза кофе 538 г/кг); 5 – контроль 2; 6 – почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1» и гумата «Росток»; 7 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток» и биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 8 – соотношение масс кофейного жмыха / почвы: 30 г / 170 г (доза кофе 176 г/кг); 9 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением гумата «Росток»; 10 – смесь кофейного жмыха и почвы (доза кофе 176 г/кг) с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 11 – почва с применением биопрепарата «Байкал-ЭМ1»; 12 – почва с применением гумата «Росток»

Fig. 7. The effect of the use of humate "Rostok" and biopreparation "Baikal-EM1" on the acidity level of the environment of aqueous extracts obtained from soil-coffee mixtures used for seed germination on the 14th day

Mixture variants: 1 – control 1; 2 – coffee cake / soil ratio: 30 g / 170 g (coffee dose 176 g/kg); 3 – coffee cake / soil ratio: 50 g / 150 g (coffee dose 333 g/kg); 4 – coffee cake / soil ratio: 70 g / 130 g (coffee dose 538 g/kg); 5 – control 2; 6 – soil with the use of the biopreparation Baikal-EM1 and humate "Rostok"; 7 – a mixture of coffee cake and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate "Rostok" and biopreparation "Baikal-EM1"; 8 – coffee cake / soil ratio: 30 g/170 g (coffee dose 176 g/kg); 9 – a mixture of coffee cake and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of humate "Rostok"; 10 – a mixture of coffee grounds and soil (coffee dose 176 g/kg) with the use of the biopreparation "Baikal-EM1"; 11 – soil with the use of the biopreparation "Baikal-EM1"; 12 – soil with the use of the humate "Rostok"

Выводы

1. Внесение кофейного жмыха в лугово-черноземную почву в дозах 176, 333 и 538 г/кг оказывает, в основном, угнетающее воздействие на начальные показатели роста и развития яровой мягкой пшеницы. С повышением дозы жмыха токсический эффект возрастает.

2. По результатам расчетов индексов токсичности и фитотоксичного эффекта установлено, что наиболее стимулирующее действие на рост пшеницы оказало применения препарата «Росток». Среди вариантов с применением кофейного жмыха наилучшим является его сочетание с биопрепаратом «Байкал-ЭМ1».

3. Влияние кофейного жмыха, внесенного в лугово-черноземную почву в дозах от 176 до 538 г/кг на показатели роста и развития яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская-31 является неоднозначным и зависит от доз применяемого жмыха в сочетании с гуматами и биопрепаратами.

Библиографический список/ References

Грехова И.В., Колоколова Н.Н., Матвеева Н.В. Влияние препарата Росток на проростки яровой пшеницы на инфекционном фоне // Аграрный вестник Урала. Агрономия. 2013. № 12 (118). С. 15–17. [Grekhova I.V., Kolokolova N.N., Matveeva N.V. The effect of the drug Rostok on spring wheat sprouts against an infectious background. *Agrarnyi vestnik Urala. Agronomiya*. 2013. № 12 (118). Pp. 15–17. (In Rus.)]

Кадермас И.Г., Синдирёва А.В. Экологическая токсикология. Омск, 2021. [Kadermas I.G., Sindireva A.V. *Ekologicheskaya toksikologiya* [Environmental toxicology]. Omsk, 2021.]

Леонова Ю.В. Агроэкологическая оценка применения отходов кофейного производства при возделывании овса на дерново-подзолистых супесчаных почвах Калужской области: дис. ... канд. биол. наук. М., 2017. [Leonova Yu.V. *Agroekologicheskaya otsenka primeneniya otkhodov kofeinogo proizvodstva pri vozdelevanii ovsa na demovo-podzolistykh supeschanykh pochvakh Kaluzhskoi oblasti* [Agroecological assessment of the use of coffee production waste in the cultivation of oats on sod-podzolic sandy loam soils of the Kaluga region]. PhD dis. Moscow, 2017.]

Слюсарь Н.К. Теория, методы и технологии обеспечения геоэкологической безопасности полигонов захоронения твердых коммунальных отходов на пост-эксплуатационном этапе. Пермь, 2019. [Slyusar N.K. *Teoriya, metody i tekhnologii obespecheniya geokologicheskoi bezopasnosti poligonov zakhoroneniya tverdykh kommunalnykh otkhodov na posteksploatatsionnom etape* [Theory, methods and technologies for ensuring geoeological safety of solid municipal waste disposal sites at the post-operational stage]. Perm, 2019.]

Статья поступила в редакцию 25.11.2024, принята к публикации 18.02.2025
The article was received on 25.11.2024, accepted for publication 18.02.2025

Сведения об авторах / About the authors

Синдирева Анна Владимировна – доктор биологических наук; заведующая кафедрой геоэкологии и природопользования Школы естественных наук, Тюменский государственный университет

Anna V. Sindireva – Dr. Hab. (Biology); Head of the Department of Geoecology and Nature Management of the School of Natural Sciences, Tyumen State University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8596-7584>

E-mail: a.v.sindireva@utmn.ru

Усольцева Татьяна Ивановна – аспирантка кафедры геоэкологии и природопользования Школы естественных наук, Тюменский государственный университет

Tatyana I. Usoltseva – postgraduate student at the Department of Geoecology and Nature Management of the School of Natural Sciences, Tyumen State University

E-mail: t.i.usoltseva@utmn.ru

Газизова Юлия Алексеевна – студент Школы естественных наук, Тюменский государственный университет

Yulia A. Gazizova – student at the School of Natural Sciences, Tyumen State University

E-mail: stud0000239768@study.utmn.ru

Заявленный вклад авторов

А.В. Синдирева – контроль за ходом эксперимента, обсуждение результатов

Т.И. Усольцева – организация и выполнение вегетационных опытов, подготовка публикации

Ю.А. Газизова – фиксация параметров роста растений, сбор материала

Contribution of the authors

A.V. Sindireva – control over the progress of the experiment, discussion of the results

T.I. Usoltseva – organization and execution of vegetation experiments, preparation of the publication

Yu.A. Gazizova – fixation of plant growth parameters, collection of material

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

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. № 1

Сайт журнала: soc-ecol.ru
E-mail: 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 29.03.2025.
Формат 60×90 1/16. Гарнитура «Liberation Serif».
Объем 8 п. л. Тираж 1000 экз.