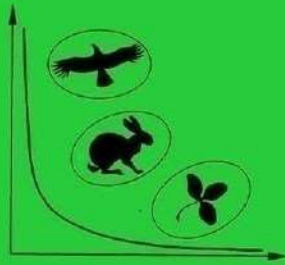


Том
Volume **7**

Номер
Number **3**

Сентябрь
September **2023**



ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**ЭКОСИСТЕМЫ:
ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА
ECOSYSTEMS:
ECOLOGY AND DYNAMICS**

Журнал освещает результаты фундаментальных исследований и прикладных работ по изучению состояния, закономерностей процессов и динамики в природных, антропогенно созданных и/или антропогенно нарушенных экосистемах любого ранга (от биотопа до биосферы), а также в отдельных компонентах этих экосистем (как живых, так и неживых) повсеместно: во всех природных зонах и ландшафтах, на суше и в водной стихии. Статьи соответствующей тематики принимаются по следующим научным направлениям: география, биология, лесное и сельское хозяйство.

The journal highlights the results of fundamental and applied investigations on the study of the state, processes and dynamics in natural, anthropogenic and/or anthropogenically disturbed ecosystems of any scale (beginning from biotope and up to biosphere) as well as in separate components of those ecosystems (alive and lifeless) everywhere: in all natural zones and landscapes, on land and in the water. Papers on the related topics submitted to the journal should be related to the following branches of science: geography, biology, forest and agricultural management.

МОСКВА
MOSCOW

2023

WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS

Vol. 7, No. 3, 2023, September

Journal is founded in January 2017

Issued 4 times per year

Editor-in-Chief, Dr. geogr. Zh.V. Kuzmina

Editorial Council:

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.I. Danilov-Danilyan,
Corresponding member of the Russian Academy of Sciences A.N. Gelfan
Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Kulik,
Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.V. Melikhov,
Academician of the Russian Academy of Sciences A.S. Rulev

Editorial Board:

M.V. Bolgov, E.I. Golubeva, T.V. Dikariova, N.G. Mazey, N.M. Novikova,
G.N. Ogureeva, E.I. Pankova, S.A. Podolskiy, A.S. Viktorov, M.F. Vundtsettel,
L.G. Yemelyanova

Executive Secretary:

E.I. Tobolova

Head of Editorial Office:

O.S. Grinchenko

Addresses of Editorial Offices:

Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS

Tel.: (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15

E-mail: dynamics-journal@yandex.ru

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

MOSCOW

2023

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА

Том 7, № 3, 2023, сентябрь

Журнал основан в январе 2017 г.

Выходит 4 раза в год

Главный редактор

доктор географических наук

Ж.В. Кузьмина

Редакционный совет:

член-корреспондент Российской академии наук А.Н. Гельфан,
член-корреспондент Российской академии наук В.И. Данилов-Данильян,
академик Российской академии наук К.Н. Кулик,
член-корреспондент Российской академии наук В.В. Мелихов,
академик Российской академии наук А.С. Рулев

Редакционная коллегия:

М.В. Болгов, А.С. Викторов, М.Ф. Вундцеттель, Е.И. Голубева, Т.В. Дикарева,
Л.Г. Емельянова, Н.Г. Мазей, Н.М. Новикова, Г.Н. Огурева, Е.И. Панкова,
С.А. Подольский

Ответственный секретарь:

Е.И. Тоболова

Заведующий редакцией:

О.С. Гринченко

Адрес редакции:

Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, д. 3, ИВП РАН

Телефон: (499) 135-70-41. Факс: (499) 135-54-15

E-mail: dynamics-journal@yandex.ru

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

Москва

2023

© Журнал основан в 2017 г.

Учрежден и издается

Институтом водных проблем Российской академии наук.

Журнал как сетевое издание зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций;
Свидетельство о регистрации: ЭЛ № ФС 77-68782 от 17.02.2017.

Журнал зарегистрирован в Национальном центре ISSN Российской Федерации,
в Национальном информационно-аналитическом центре России – ВИНИТИ,
а также в научных электронных библиотеках: РГБ (Российская государственная библиотека, rsl.ru), БЕН РАН (Библиотека по естественным наукам Российской академии наук), НЭБ, РИНЦ, КИБЕРЛЕНИНКА, Российская книжная палата.

The journal has been founded in 2017.

It was founded and published by the

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences.

The Journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (in Roskomnadzor) as a web Media;
Certification Number is ЭЛ № ФС 77-68782 of 17.02.2017.

The Journal is registered in National centre ISSN of Russian Federation,
All-Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI),
and also in scientific electron libraries, such as RSL (Russian State Library, rsl.ru), Library of Natural Sciences of RAS, National Electronic Library, Elibrary, Science Index, CYBERLENINKA, Russian Book Chamber.

Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

Information about Journal and Rules for authors are at the site

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Том 7, номер 3, 2023 сентябрь

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

- Чужеродные виды сосудистых растений в фитоценозах
средней тайги Архангельской области
[на русском; аннотация на русском и английском]
А.А. Чмыхов, Н.Б. Леонова 5-27
- Alien Species of Vascular Plants in Plant Communities of the Middle Taiga
of the Arkhangelsk Region
[на английском; аннотация на английском и русском]
A.A. Chmykhov, N.B. Leonova 28-48
-

СОСТОЯНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

- Адаптивная способность и экологическая пластичность сортов яровой мягкой
пшеницы Дальневосточной селекции по ряду параметров качества зерна
[на русском; аннотация на русском и английском]
Л.Н. Мищенко, М.В. Терехин, Н.М. Терехин 49-59
- Adaptiveness and Ecological Versatility of Spring Common Wheat of Far Eastern
Varieties Determined on a Number of Grain Quality Parameters
[на английском; аннотация на английском и русском]
L.N. Mishchenko, M.V. Terekhin, N.M. Terekhin 60-69
-

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

- Гибель птиц – анализ причин (Московская область)
[на русском; аннотация на русском и английском]
А.В. Шариков, Р.Х. Атауллин, Т.В. Макарова, А.В. Макаров, О.С. Гринченко 70-81

CONTENTS

Volume 7, Number 3, 2023 September

STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS AND PATTERNS OF THEIR DISTRIBUTION

- Alien Species of Vascular Plants in Plant Communities of the Middle Taiga of the Arkhangelsk Region
[in Russian; Abstract is available in Russian and English]
A.A. Chmykhov, N.B. Leonova 5-27
- Alien Species of Vascular Plants in Plant Communities of the Middle Taiga of the Arkhangelsk Region
[in English; Abstract is available in English and Russian]
A.A. Chmykhov, N.B. Leonova 28-48
-

DYNAMIC OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

- Adaptiveness and Ecological Versatility of Spring Common Wheat of Far Eastern Varieties Determined on a Number of Grain Quality Parameters
[in Russian; Abstract is available in Russian and English]
L.N. Mishchenko, M.V. Terekhin, N.M. Terekhin 49-59
- Adaptiveness and Ecological Versatility of Spring Common Wheat of Far Eastern Varieties Determined on a Number of Grain Quality Parameters
[in English; Abstract is available in English and Russian]
L.N. Mishchenko, M.V. Terekhin, N.M. Terekhin 60-69
-

DISTRIBUTION AND PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

- Analysis of Causes of Birds Death in Moscow Region
[in Russian; Abstract is available in Russian and English]
A.V. Sharikov, R.Kh. Ataullin, T.V. Makarova, A.V. Makarov, O.S. Grinchenko 70-81

УДК 574.91/581.91

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ФИТОЦЕНОЗАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ*

© 2023 г. А.А. Чмыхов, Н.Б. Леонова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет*

Россия, 119899, г. Москва, Воробьевы горы, ГСП-1. E-mail: nbleonova2@gmail.com

Поступила в редакцию 15.08.2023. После доработки 30.08.2023. Принята к публикации 01.09.2023.

В статье рассмотрена актуальная проблема распространения чужеродных видов в растительном покрове среднетаежной территории Архангельской области, до настоящего времени не исследованной подробно в этом отношении. Используются данные многолетних биогеографических исследований на Устьянской учебно-научной станции географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в Архангельской области и авторские полевые материалы, собранные в 2019-2022 гг. Выявлен состав чужеродных видов растений, произрастающих на территории исследования, проанализированы их таксономическая принадлежность и эколого-географические характеристики. Используются традиционные методы полевого ботанико-географического обследования и камеральной обработки материалов с привлечением широкого круга научных публикаций по оценке роли чужеродных видов в сообществах, проведен анализ экологических ареалов видов на основе экологических шкал Д.Н. Цыганова, составлены карты массового произрастания наиболее распространенных чужеродных видов на ключевых участках территории. Проведенное исследование выявило, что чужеродные растения в растительном покрове средней тайги Архангельской области в настоящее время составляют около 9% флористического списка, при этом большая их часть занесена на территорию преднамеренно – в ходе сельскохозяйственного природопользования. В таксономическом спектре чужеродных видов преобладают представители семейств Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae, преимущественно выходцы из Северной Америки и Азии. В ценоотическом отношении они распространяются главным образом в сообществах пойменных и суходольных лугов и залежей, во вторичных лесах, а также в антропогенных ценозах в пределах селитебных территорий и вдоль дорог. Показано, что в среднетаежных районах области значимая доля чужеродных видов во флоре обусловлена наличием долин крупных рек, развитой сетью железных дорог и степенью сельскохозяйственной освоенности.

Ключевые слова: чужеродные виды растений, таксономический состав, эколого-ценоотический состав, географические элементы, экологические шкалы, растительные сообщества.

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-5-27

EDN: XKWFRF

Инвазия чужеродных видов растений и животных является глобальной экологической проблемой, которая наносит огромный урон природным экосистемам, сельскому хозяйству и здоровью людей. Это усугубляется такой глобальной экологической проблемой, как потеря биоразнообразия и, следовательно, потеря его экосистемных функций. Изучению чужеродных видов растений посвящено много научно-исследовательских трудов за рубежом (Элтон, 1960; Brown, Peet, 2003; Richardson et al., 2000) и в нашей стране (Березуцкий, 2009; Тишков, 2005; Морозова, Царевская, 2010; Решетникова и др., 2019), а меры по борьбе с инвазиями включены в важнейшие международные документы, например, в «Конвенцию о биологическом разнообразии» (1993) и «Пан-Европейскую стратегию сохранения биологического и ландшафтного разнообразия» (1995). В 2009 году в России началась

практика составления Черных книг, которые содержат обобщенные данные по биологическим особенностям и динамике освоения вторичного ареала инвазионными видами изучаемого региона (Виноградова и др., 2010). Позже были выпущены Черные книги Тверской области (Виноградова и др., 2011), Сибири (Черная книга ..., 2016) и Калужской области (Решетникова и др., 2019).

В работах, посвященных изучению чужеродных видов растений, к настоящему времени сложился целый ряд основных понятий и терминов (Баранова и др., 2018; Акатов и др., 2009; Чужеродные ..., 2010). Важным аспектом исследования поведения чужеродных видов на новых для них территориях является изучение поведения и внедрения их в естественные экосистемы. Это натурализация чужеродных видов, т.е. процесс преодоления различных барьеров, способность растений адаптироваться и размножаться в новых географических и экологических условиях (Хорун, Казакова, 2013). Известно, что эффективность внедрения чужеродных видов в природные экосистемы зависит от свойств данных экосистем, что входит в понятие инвазibility экосистемы – совокупности характеристик экосистемы (сообщества, местообитания), которые определяют возможности внедрения и развития чужеродных видов в ее пределах (Баранова и др., 2018).

Таким образом, выявление и инвентаризация чужеродных видов территории, изучение их эколого-ценотических свойств и оценка возможностей их внедрения в природные сообщества являются необходимыми условиями предотвращения их негативного влияния на экологическую ситуацию. При этом необходимо отметить, что проблема внедрения чужеродных видов растений в экосистемы таежных регионов страны, в т.ч. в Архангельской области, пока изучена недостаточно. Сельскохозяйственное и лесохозяйственное освоение центрального сектора средней тайги Европейской России происходит в течение длительного времени, особенно вдоль долин таких крупных рек, как Северная Двина, Вага и Устья, а в XX веке темпы освоения ускорились – увеличились объемы и темпы вырубок, сельскохозяйственная нагрузка (молочное животноводство и земледелие).

Целью исследования является выявление состава и эколого-географическая характеристика чужеродных видов в растительном покрове средней тайги Архангельской области и, соответственно, определение возможностей внедрения таких видов в природные экосистемы.

Материалы и методы

Устьянская учебно-научная станция (УНС) Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова расположена в дер. Заячерицкий погост Устьянского района Архангельской области (географические координаты: 60° 53' 45" с.ш., 43° 12' 54" в.д.). В территорию исследования включены несколько ключевых участков в окрестностях станции и на территории района (рис. 1). Территория исследования располагается в междуречье притоков р. Ваги – р. Устья и Кокшеньги, в пределах Устьянского плато, сложенного мергелями, песками, доломитами, известняками пермского возраста, перекрытыми относительно маломощными четвертичными отложениями: ледниковыми валунными суглинками, озерно-ледниковыми суглинками и супесями, флювиогляциальными песками и супесями московского возраста. С участками неглубокого залегания карбонатных пород связано распространение дерново-карбонатных почв, в то время как зональными являются подзолистые почвы (Хорошев, 2005). Климат территории умеренно-континентальный, с продолжительной холодной зимой и умеренно теплым летом. В гидрологическом отношении территория представляет собой хорошо дренированную равнину с обеспеченным почвенно-грунтовым стоком и густо развитой сетью рек и малых речек. Специфической чертой большинства рек является вложенность их долин в бывшие русла потоков талых ледниковых вод и озерно-ледниковых депрессий рельефа, сложенных

флювиогляциальными отложениями. В связи с этим размеры и врезанность долин даже малых рек (например, р. Заячья) весьма велики. Однако в результате повышенного коэффициента увлажнения и особенностей геологического строения на обширных водораздельных пространствах формируются крупные олиготрофные болота (Горбунова и др., 2014).

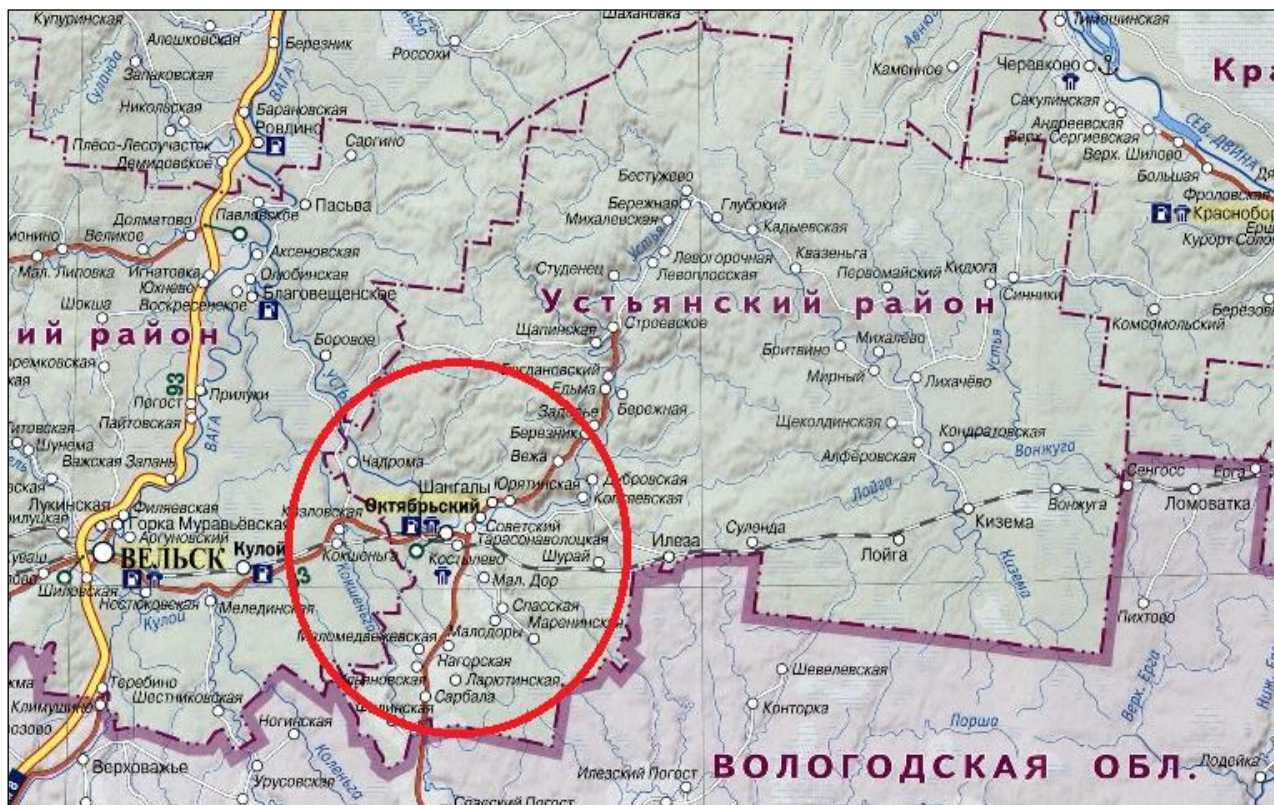


Рис. 1. Район изучения (выделен окружностью) на современной карте Архангельской области. **Fig. 1.** The study area (circled) on the contemporary map of the Arkhangelsk Region.

В растительном покрове преобладают различные типы таежных лесов, образованных елью финской (*Picea x fennica* (Regel) Kom) и сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), вторичные леса образованы преимущественно березой повислой (*Betula pendula* Roth) и пушистой (*B. pubescens* Ehrh.), реже – осиной (*Populus tremula* L.) и ольхой серой (*Alnus incana* (L.) Moench), изредка встречаются болота, большей частью облесенные, а также луговые сообщества в поймах рек. Благодаря широкому распространению плодородных дерново-карбонатных почв южная часть Архангельской области является регионом давнего сельскохозяйственного освоения. На бывших сельскохозяйственных угодьях на водоразделах происходит формирование суходольных лугов с последующей их трансформацией в лесные сообщества. Заращение идет в основном за счет лиственных пород, что вносит изменения в естественную структуру лесных сообществ. В центральной и северной части Устьянского района большое влияние на природные комплексы оказывают рубки леса. Наиболее сильной трансформации подвергается часть района вблизи железной дороги Архангельск–Коноша–Котлас. Таким образом, растительный покров территории разнообразен и в значительной степени изменен в ходе антропогенного влияния (Гусев, 1974; Флора ..., 2003; Горбунова и др., 2014). Давнее сельскохозяйственное и лесохозяйственное освоение территории, развитая автомобильная и железнодорожная сеть

сказываются на возможности проникновения и закрепления на территории чужеродных видов растений. Из природных особенностей этому процессу способствуют развитая речная сеть с крупными долинами, расположенными в меридиональном направлении, и наличие разнообразного почвенного покрова с включением плодородных почв, не характерных для таежной зоны.

Изучение чужеродных видов юга Архангельской области проведено на основании анализа многочисленных литературных источников по флоре территории: Флора Северо-востока Европейской части СССР (1974), Архангельской области (Шмидт, 2005;), междуречья Устья и Кокшеньги (Флора ..., 2003). Для выявления ареалов исследуемых видов использованы также база данных «Чужеродные виды на территории России» (2010), составленная О.В. Морозовой, работы по чужеродным видам и опытам их культивирования в Архангельской области (Мишуров и др.; 1999; Коновалова и др., 2013).

В работе использованы 102 современных (2019-2022 гг.) геоботанических описания сообществ с участием чужеродных видов на ключевых участках Устьянского района Архангельской области, выполненные в основных типах растительных сообществ, которые характерны для изучаемой территории. Геоботанические описания выполнены по стандартной методике (Методы ..., 2002). В обработку были включены также 280 описаний, сделанных научными сотрудниками Кафедры биогеографии во время полевых работ в Устьянском районе в 1990-2000-е гг. С помощью них была исследована динамика расселения адвентивных видов на территории. Также использованы дневниковые записи авторов по находкам чужеродных видов вдоль обочин дорог.

Для описания экологических характеристик чужеродных видов и дифференциации их по экологическим группам были использованы экологические шкалы Д.Н. Цыганова (1983). Таксономическая принадлежность видов сосудистых растений приводится по открытому онлайн-атласу и определителю сосудистых растений, мхов и лишайников России Плантариум (2023), эколого-ценотическая характеристика приводится по базе данных «Флора сосудистых растений Центральной России» (2004). Показатель постоянства участия вида в типе растительных сообществ рассчитывался в соответствии с принятыми методиками (Методы ..., 2002) как доля описаний с участием данного вида в общем количестве описаний одного типа сообществ. Для отображения распространения сообществ с участием чужеродных видов использованы топографические карты масштабов 1:10000 и 1:25000 для района полевых работ. Картосхема мест обильного произрастания чужеродных видов в пределах двух ключевых участков района исследования составлена с помощью программы QuantumGIS.

Результаты и обсуждение

Современный флористический список изученной территории насчитывает 547 видов из 79 семейств (Еремеева, Леонова, 2022). На основе проведенного анализа флористических источников (Флора Северо-Востока ..., 1974; Флора междуречья ..., 2003; Шмидт, 2005; Чужеродные ..., 2010) выявлено, что чужеродные виды представлены 48 видами сосудистых растений, относящихся к 19 семействам. Наиболее представительным по числу видов является семейство бобовые (Fabaceae), к которому принадлежит девять видов (люпин многолистный *Lupinus polyphyllus* Lindl., козлятник восточный *Galega orientalis* L.). На втором месте – сложноцветные (Asteraceae) с семью видами (цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.); на третьем – розовые (Rosaceae) (6 видов)– шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.) и яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.). Обычно чужеродные виды исследуемой территории представлены по одному в каждом роде, за исключением кипреев (*Epilobium*) и полыней (*Artemisia*).

Эти роды представлены каждый двумя видами: полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.) и полынь Сиверса (*A. sieversiana* Willd.); кипрей железистостебельный (*Epilobium adenocaulon* Hausskn.) и кипрей ложнокраснеющий (*E. pseudorubescens* A.K. Skvortsov).

При сравнении с полным флористическим списком выясняется, что адвентивные (чужеродные) виды составляют 9% от всей флоры территории. Во флоре территории в целом доминируют семейства злаки (Poaceae), осоковые (Cyperaceae), сложноцветные (Asteraceae), что характерно для флоры Бореальной флористической области (Толмачев, 1974), а среди адвентивных - бобовые, сложноцветные, розовые и крестоцветные (рис. 2).

Регионы происхождения видов, занесенных в Архангельскую область, относятся главным образом, к Северной Америке (11 видов), Азии (10 видов), Европе (8 видов) и почти половина является видами широкого распространения на нескольких материках (рис. 3). Полный перечень выявленных видов с указанием природного ареала указан в таблице 1.

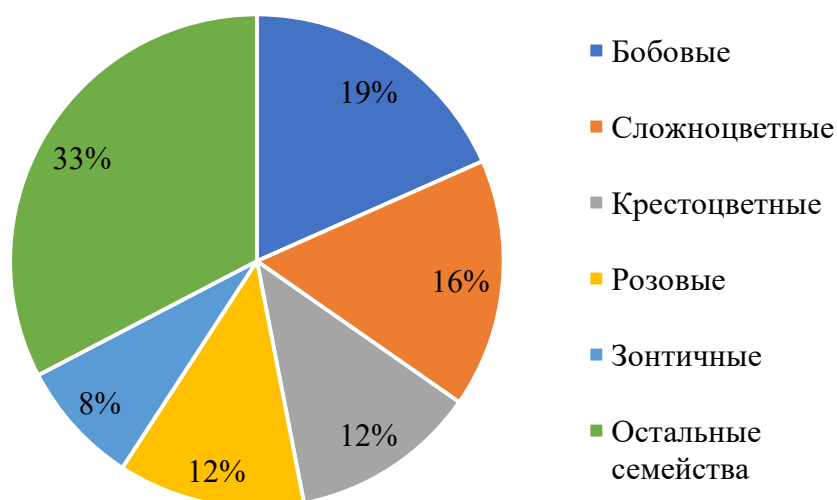


Рис. 2. Таксономический состав чужеродных видов растений исследуемой территории.
Fig. 2. Taxonomic composition of alien plant species in the study area.

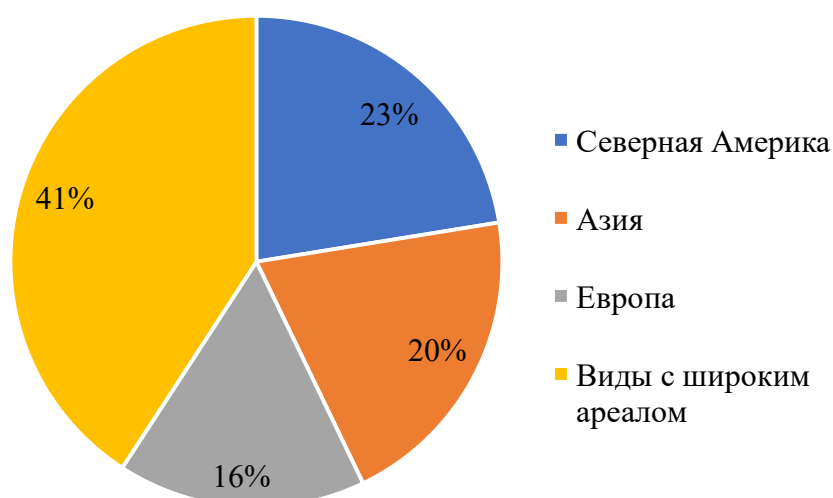


Рис. 3. Регионы происхождения чужеродных видов растений.
Fig. 3. Regions of origin of alien plant species.

Таблица 1. Чужеродные виды растений средней тайги Архангельской области (Флора Северо-Востока ..., 1974; Флора и фауна ..., 2003). **Table 1.** Alien plant species of the middle taiga of the Arkhangelsk region (Flora of the North-East ..., 1974; Flora and Fauna ..., 2003).

Название вида	Латинское название вида	Семейство	Природный ареал
Болиголов пятнистый	<i>Conium maculatum</i> L.	Зонтичные	Европа (Средняя и Южная Европа), Азия (Кавказ, Малая и Передняя Азия, Казахстан, Китай, юг Сибири)
Борец клубочковый	<i>Aconitum napellus</i> L.	Лютиковые	Европа (почти вся зарубежная Европа)
Борщевик Сосновского	<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	Зонтичные	Кавказ
Бузина красная	<i>Sambucus racemosa</i> L.	Адоксовые	Европа (горные районы)
Герань сибирская	<i>Geranium sibiricum</i> L.	Гераниевые	Азия (Сибирь, Дальний Восток)
Горошек посевной	<i>Vicia sativa</i> L.	Бобовые	Европа (Средиземноморье)
Гулявник волжский	<i>Sisymbrium wolgensis</i> M. Bieb	Крестоцветные	Европа (Нижняя Волга и Нижний Дон)
Донник лекарственный	<i>Melilotus officinalis</i> L.	Бобовые	Европа (Западная Европа, юг Европейской части СССР), Азия (Малая, Средняя и Центральная Азия, Иран, Западная Сибирь)
Желтушник высокий	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	Крестоцветные	Европа (Средняя и Атлантическая), Азия (Кавказ, Средняя Азия, Сибирь, Дальний Восток), Африка (Северная), Северная Америка
Золотарник канадский	<i>Solidago canadensis</i> L.	Сложноцветные	Северная Америка (Мадреанская область и область Скалистых гор)
Икотник серо-зеленый	<i>Berteroa incana</i> L.	Крестоцветные	Европа, Азия (лесостепи)
Ирга колосистая	<i>Amelanchier spicata</i> K. Koch.	Розовые	Атлантическо-Североамериканская флористическая область
Карагана древовидная	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Бобовые	Азия (степные области)
Кипрей железисто-стебельный	<i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn.	Кипрейные	Северная Америка (область Скалистых гор)

Продолжение таблицы 1.

Название вида	Латинское название вида	Семейство	Природный ареал
Кипрей ложнокраснеющий	<i>Epilobium pseudorubescens</i> A.K. Skvortsov	Кипрейные	Северная Америка
Клен американский	<i>Acer negundo</i> L.	Кленовые	Северная Америка
Клоповник густоцветковый	<i>Lepidium densiflorum</i> Schrad.	Крестоцветные	Северная Америка
Козлятник восточный	<i>Galega orientalis</i> Lam.	Бобовые	Азия (Кавказ и Закавказье)
Лапчатка многонадрезная	<i>Potentilla multifida</i> L.	Розовые	Европа (юго-восток), Азия (Средняя, Центральная и Восточная Азия, Сибирь)
Лебеда раскидистая	<i>Atriplex patula</i> L.	Маревые	Европа, Кавказ, Малая Азия, Сибирь, Северная Африка, Северная Америка
Лопух паутинистый	<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	Сложноцветные	Европа (юг Европейской части бывшего СССР, Средиземноморье, Западная Европа), Азия (Кавказ, Средняя Азия, Сибирь, Дальний Восток)
Люпин многолистный	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	Бобовые	Северная Америка (область Скалистых гор)
Люцерна посевная	<i>Medicago varia</i> Martyn	Бобовые	Европа, Азия, Африка (Средиземноморье)
Лядвенец Комарова	<i>Lotus komarovii</i> Miniaev	Бобовые	Юг Дальнего Востока
Мак снотворный	<i>Papaver somniferum</i> L.	Маковые	Европа (Средиземноморье)
Мелколепестник канадский	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Сложноцветные	Северная Америка
Молочай кипарисовый	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Молочайные	Европа (Южная и Средняя Европа)
Мыльнянка лекарственная	<i>Saponaria officinalis</i> L.	Гвоздичные	Азия (Китай)
Недотрога железконосная (железистая)	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	Бальзаминовые	Азия (Западные Гималаи)
Пастернак посевной	<i>Pastinaca sativa</i> L.	Зонтичные	Европа (Средняя Европа и Средиземноморье), Азия (Сибирь, Кавказ)

Продолжение таблицы 1.

Название вида	Латинское название вида	Семейство	Природный ареал
Повой вздутый	<i>Calystegia inflata</i> Sweet	Вьюнковые	Азия (Дальний Восток), Америка, Австралия
Повой заборный	<i>Calystegia sepium</i>	Вьюнковые	Азия (Дальний Восток), Америка, Австралия
Полынь Сиверса	<i>Artemisia sieversiana</i> Willd.	Сложноцветные	Азия (Сибирь, юг Дальнего Восток, Средняя Азия, Монголия, Китай)
Полынь эстрагон	<i>Artemisia dracunculus</i> L.	Сложноцветные	Европа, Азия (степи)
Пузыреплодник калинолистный	<i>Physocarpus opulifolia</i> (L.) Maxim.	Розовые	Северная Америка
Ромашка безъязычковая	<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Сложноцветные	Северная Америка
Свербига восточная	<i>Bunias orientalis</i> L.	Крестоцветные	Западная и Средняя Европа, Кавказ, Крым, Малая и Средняя Азия, Западная Сибирь, Европейская часть СССР (кроме севера)
Синяк обыкновенный	<i>Echium vulgare</i> L.	Бурачниковые	Европа (лесостепи и степи) и Азия (Кавказ, Малая и Средняя Азия, Юг Западной Сибири)
Спирея средняя	<i>Spiraea media</i> Schmidt	Розовые	Европа (юго-восток Западной Европы, Юго-запад Европейской части бывшего СССР), Азия (Средняя Азия, Сибирь, Дальний Восток)
Тополь белый	<i>Populus alba</i> L.	Ивовые	Европа (южные районы), Азия (юг Западной Сибири, Иран, Центральная Азия)
Укроп пахучий	<i>Anethum graveolens</i> L.	Зонтичные	Азия (Малая Азия, Иран, Гималаи), Африка (Северная Африка)
Хрен обыкновенный	<i>Armoracia rusticana</i> P.G. Gaerth.	Крестоцветные	Европа (южные районы), Азия (Кавказ и юг Сибири)
Цикорий обыкновенный	<i>Cichorium intybus</i> L.	Сложноцветные	Европа (Средиземноморье)
Чина клубненосная	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Бобовые	Европа (Центральная Европа и Средиземноморье), Азия (Малая Азия, Кавказ, Средняя Азия, Западная Сибирь)

Продолжение таблицы 1.

Название вида	Латинское название вида	Семейство	Природный ареал
Шиповник морщинистый	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	Розовые	Азия (Дальний Восток)
Элодея канадская	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	Водокрасовые	Северная Америка
Яблоня домашняя	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Розовые	Азия (Кавказ, Средняя Азия, Восточная Азия, Дальний Восток)
Язвенник крупноголовчатый	<i>Anthyllus macrocephala</i> Wender.	Бобовые	Европа (лесостепи и степи Европы)

Важной частью исследования чужеродных видов и их потенциала внедрения в природные сообщества является *экологическая характеристика*. Чужеродные виды растений, распространенные на территории исследования вошли в следующие экологические группы в соответствии с экологическими шкалами Д.Н. Цыганова, принятыми в геоботанических и биоиндикационных работах (Цыганов, 1983). По отношению к азоту среди чужеродных видов выделяются три основные экологические группы – *геминитрофильная*, *субнитрофильная* и *нитрофильная*, в соответствии с возрастанием требовательности к богатству почв азотом.

К *геминитрофильной* группе относятся виды, которые произрастают на относительно бедных азотом почвах: ирга колосистая, икотник серо-зеленый, молочай кипарисовый, донник лекарственный и горошек посевной. В *субнитрофильную* группу входят виды, произрастающие на достаточно обеспеченных азотом почвах: полынь эстрагон, карагана древовидная, цикорий обыкновенный, недотрога железистая, люпин многолистный и тополь белый (латинские названия видов приведены в таблице 1). К *нитрофильной* группе относятся виды, произрастающие на богатых азотом почвах: бузина красная, лопух паутинистый, хрен обыкновенный и золотарник канадский. Среди чужеродных видов преобладают субнитрофильные и нитрофильные виды растений.

Среди групп видов с разными требованиями к фактору *увлажнения* для чужеродных видов исследуемого региона выделяются следующие:

1) влажностепная, к которой относят растения, тяготеющие к легкому дефициту увлажнения, а именно, полынь эстрагон, цикорий обыкновенный, молочай кипарисовый и донник лекарственный;

2) сублесолуговая – переходная группа между *влажностепной* и *сухолесолуговой*, в нее входит один вид – икотник серо-зеленый;

3) сухолесолуговая, в которую входят мезофиты – растения, тяготеющие к достаточному, но не избыточному увлажнению – ирга колосистая, люпин многолистный и горошек посевной;

4) свежелесолуговая – переходная группа между *сухолесолуговой* и *влажнолесолуговой*, в которую входят лопух паутинистый, карагана древовидная, герань сибирская, тополь белый и золотарник канадский;

5) влажно-лесолуговая, в которую входят пермезофиты – растения, тяготеющие к легкому избытку увлажнения – аконит клобучковый и бузина красная;

6) сыро-лесолуговая – переходная группа между *влажнолесолуговой* и *мокролесолуговой*, в нее входит хрен обыкновенный;

7) мокро-лесолуговая, в которую входят гигрофиты, обитающие субквальных ландшафтах – недотрога железистая;

8) мелководная, в которую входят гидрофиты, частично или полностью погруженные в воду – элодея канадская.

Таким образом, по спектру требований чужеродные виды растений очень различны, однако по количеству видов преобладают мезофиты свежелесолуговой экологической группы. К ней относятся, например, герань сибирская и тополь белый.

Для большей наглядности можно представить экологические требования чужеродных видов в экологическом пространстве на графиках, где показаны экологические ареалы некоторых видов и по увлажнению, и по богатству почв азотом (рис. 4).

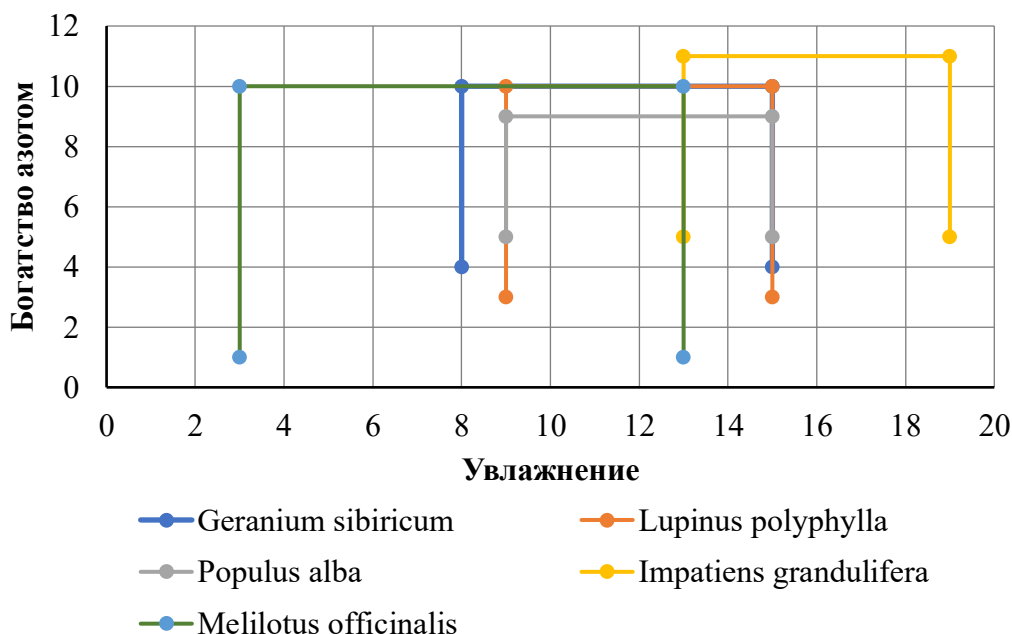


Рис. 4. Экологические ареалы герани сибирской, недотроги железконосной, люпина многолистного, донника лекарственного, тополя белого по шкалам Д.Н. Цыганова.

Fig. 4. Ecological ranges of *Geranium sibiricum*, *Impatiens glandulifera*, *Lupinus polyphyllus*, *Melilotus officinalis* and *Populus alba* according to D.N. Tsyganov's scales.

Проведенный анализ показал, что довольно большое число чужеродных видов могут произрастать в широком диапазоне условий: золотарник канадский, донник лекарственный и полынь эстрагон, это виды с широким экологическим ареалом. Наиболее требовательны к условиям бузина красная, тополь белый, аконит клубочковый, недотрога железконосная (рис. 5).

Ценотическая роль чужеродных видов. Распространение чужеродных видов на исследуемой территории было выявлено в пределах следующих типов растительных сообществ: вторичные леса – сосновые, хвойно-мелколиственные и мелколиственные; пойменные луга, суходольные луга и залежи, восстанавливающиеся вырубки, а также вдоль обочин дорог и в заброшенных деревьях.

Сосновые леса с наземным покровом с доминированием брусники, бореальных кустарничков и лерхенфельдии извилистой распространены на песчаных надпойменных террасах рек Устья и Кокшеньга (фото 1) и представляют собой разного возраста стадии пиогенных и эксцизионных сукцессий. Здесь в настоящее время обычно отмечается лишь

один чужеродный вид – люпин многолистный (фото 2), присутствующий в описанных сообществах с постоянством 25%, при этом в описаниях 1990-2000 гг. этот вид в сосновых лесах не отмечался.

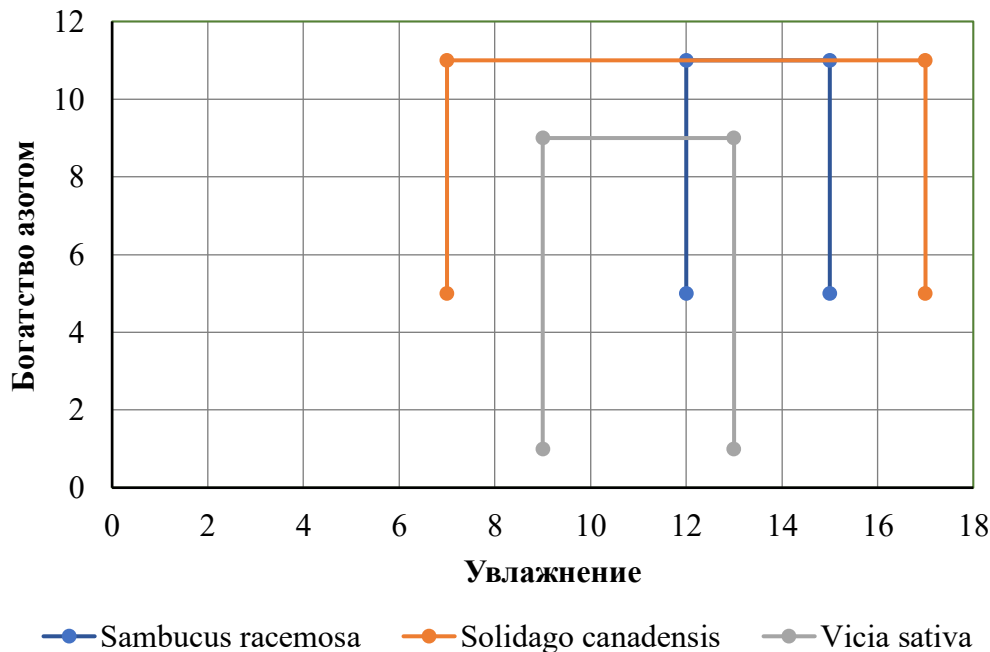


Рис. 5. Экологические ареалы бузины красной, мелколепестника канадского и горошка посевного по шкалам Д.Н. Цыганова. **Fig. 5.** Ecological ranges of *Sambucus racemosa*, *Erigeron Canadensis* and *Vicia sativa* according to D.N. Tsyganov’s scales.

Хвойно-мелколиственные и мелколиственные леса с участием ели финской, сосны обыкновенной, берез пушистой и повислой, ольхи серой и осины широко распространены на территории, представляя собой вторичные леса на месте заросших залежей и вырубок. Они достаточно разнообразны по составу подлеска и наземного покрова. Из чужеродных видов здесь отмечены люпин многолистный, местами с высоким обилием, реже – лопух паутинистый, единично – бузина красная. По сравнению с описаниями 1990-2000 гг., бузина отмечена впервые, а у люпина многолистного возросло постоянство с 5% до 30%.

В речных долинах Устьи, Кокшеньги, Заячьей в составе *пойменных лугов* среди крупнотравных злаково-таволговых и разнотравных фитоценозов с заметным постоянством отмечены 6 чужеродных видов: люпин многолистный, повой заборный, лопух паутинистый, пастернак посевной, донник лекарственный, борщевик Сосновского (фото 3).

Суходольные луга и залежи широко распространены на территории на месте бывших пашен и пастбищ, на плакорах и их склонах (фото 4). Данные сообщества очень сильно засорены чужеродными видами – здесь встречены люпин многолистный, причем его обилие достигает местами 75% проективного покрытия, козлятник восточный, цикорий обыкновенный. У этих видов постоянство возросло с 2-3% до 20-25%. Также здесь встречены желтушник левкойный, ромашка безъязычковая, лопух паутинистый и пастернак посевной, борщевик Сосновского и хрен обыкновенный.

Сообщества зарастающих вырубок на месте недавно вырубленных сосновых и еловых лесов отличаются высоким разнообразием травяно-кустарничкового яруса, в котором сочетаются бореальные, опушечно-луговые и сорные виды. В этих сообществах с высоким

постоянством и обилием отмечен люпин многолистный, реже – кипрей железистостебельный (фото 5).



Фото 1. Сосновый лес в долине р. Кокшеньги (фото А.А. Чмыхова).

Photo 1. Pine forest in the valley of the Kokshenga River (photo by A.A. Chmykhov).



Фото 2. Люпин многолистный (фото А.А. Чмыхова).

Photo 2. *Lupinus pollyphyllus* (photo by A.A. Chmykhov).

Деревни, заброшенные в 90-е годы прошлого века, довольно часто встречаются на исследуемой территории (фото 6). На месте таких *нежилых деревень* формируются растительные сообщества с несколькими ярусами. Эти сообщества в большей степени засорены чужеродными видами, в описаниях здесь отмечено высокое обилие 5 чужеродных видов. В некоторых из них даже сформирован древостой из чужеродного древесного вида – тополя белого. В кустарниковом ярусе присутствуют карагана древовидная (с проективным покрытием 10%) и спирея средняя (с проективным покрытием 5-15%). В травяно-кустарничковом ярусе обычен люпин многолистный (встречен в 38% сообществ). Был встречен также борщевик Сосновского. К сожалению, проанализировать историческую динамику невозможно, т.к. мы не располагаем описаниями заброшенных деревень на период 1990-х гг.

Обочины полевых дорог представляют собой рудеральные группировки кустарниковых и травянистых растений, в составе которых достаточно часто можно наблюдать чужеродные виды. Здесь отмечены тополь белый, часто встречается борщевик Сосновского, козлятник восточный, люпин многолистный, пастернак посевной и ромашка безъязычковая (фото 7).

Распределение числа чужеродных видов по разным типам растительных сообщества в 1990-2000 гг. и на современном этапе показано на рисунке 6. Как видно, набор освоенных

фитоценозов расширился за счет сосновых лесов, в которых стал встречаться люпин многолистный, а число видов увеличилось в пойменных лугах и сократилось в некоторых других ценозах.



Фото 3. Борщевик Сосновского
(фото А.А. Чмыхова).

Photo 3. *Heracleum sosnowskyi*
(photo by A.A. Chmykhov).



Фото 4. Зарастающая залежь
(фото А.А. Чмыхова).

Photo 4. Overgrowing fallow land
(photo by A.A. Chmykhov).

Распространение мест произрастания популяций чужеродных видов различается в разных ландшафтных условиях. На *Заячерицком ключевом участке* (рис. 7), приуроченном к ландшафту моренно-эрозионной равнины, интенсивно осваиваемом в сельскохозяйственном отношении в течение долгого исторического периода, отмечается широкое распространение практически всех отмеченных чужеродных видов. Люпин многолистный распространен практически повсеместно, во всех типах сообществ. Борщевик Сосновского тяготеет к долине реки Заячьей, что можно объяснить наличием полевых дорог вдоль бровки склона долины этой реки, а также приуроченностью к долине животноводческой фермы. Козлятник восточный распространен по суходольным лугам, вторичным лесам и по полевым дорогам, проходящим рядом с этими местообитаниями. Цикорий обыкновенный отмечен по обочинам дорог, а также на суходольных лугах и залежах на водоразделах малых рек, притоков р. Заячьей. Также вдоль дорог по всей территории участка произрастает ромашка безъязычковая, реже – донник лекарственный и кипрей железистостебельный. Наибольшая концентрация адвентивных видов отмечена в центре полигона, особенно на базе учебно-научной станции, расположенной на месте старого поселения и школы, где более 70 лет назад были посажены древесно-кустарниковые насаждения из привезенных пород, а сейчас

обильно произрастают тополь белый, спирея средняя, карагана древовидная и бузина красная. Также распространены борщевик Сосновского и люпин многолистный.



Фото 5. Люпин многолистный на вырубке (фото А.А. Чмыхова).
Photo 5. *Lupinus pollyphyllus* in a clearing (photo by A.A. Chmykhov).

Чадромский ключевой участок УНС (рис. 8) находится в 50 км к северу от Заячерицкого участка, в долине реки Устья. Он относится к ландшафту крупных речных долин с господством древнеаллювиальных отложений, для которого характерна высокая степень залесенности и малая сельскохозяйственная освоенность. Соответственно, проникновение и натурализация чужеродных видов здесь выражены слабее. На этом участке пойма р. Устья является наиболее засоренной чужеродными видами. На пойменных лугах были отмечены повой заборный и лопух паутинистый. Люпин многолистный встречается на вырубках и опушках сосновых лесов. Вдоль полевой дороги отмечалась ромашка безъязычковая. Тополь белый приурочен к территории заброшенного пионерского лагеря.

Для того чтобы оценить степень засоренности чужеродными видами исследуемой территории в сравнении с другими районами средней тайги Архангельской области, были собраны имеющиеся в литературе данные по флористическим районам (Шмидт, 2005; Морозова, Царевская, 2010), относящимся к данной подзоне, и вычислена доля участия чужеродных видов (табл. 2). В соответствии с флористическим районированием Архангельской области (Шмидт, 2005), в полосе средней тайги выделяется 6 флористических районов: Кожозерский, Северо-Двинский, Емецкий, Лачский, Няндомский и Вычегодский

(рис. 9). Наибольшее число чужеродных видов регистрируется для Кожозерского района, во флоре которого встречено 112 чужеродных видов или 16% флористического списка, что может быть объяснено близостью Северной железной дороги, довольно сильной степенью освоенности и близостью долины крупной реки Онеги (Шмидт, 2005).



Фото 6. Зброшена деревня (фото М.Б. Стеванович).
Photo 6. Abandoned village (photo by M.B. Stevanovich).



Фото 7. Ромашка безъязычковая на полевой дороге (фото А.А. Чмыхова).
Photo 7. *Matricaria discoidea* DC on a field road (photo by A.A. Chmykhov).

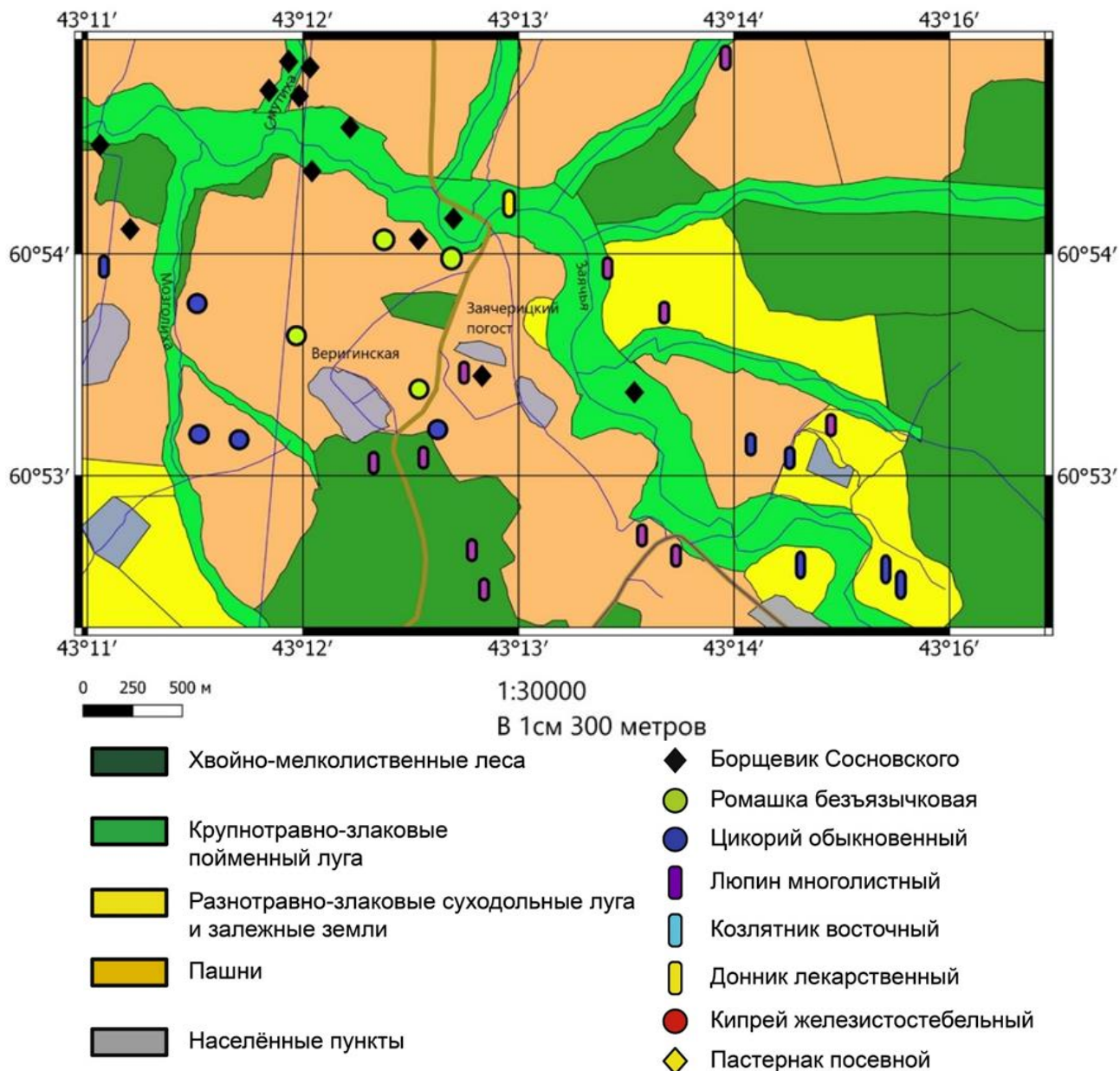


Рис. 6. Карта мест массового произрастания чужеродных видов растений на территории Заячерицкого ключевого участка Устьянской УНС. **Fig. 6.** Map of abundance of alien plant species within the territory of the Zayacheritsky Key Area of the Ustyansky Station.

Исследованная территория Устьянской учебно-научной станции относится к Няндомскому флористическому району; здесь отмечают 51 чужеродный вид, что составляет 8% от флоры района. Район давно освоен человеком. Помимо высокой плотности железных дорог и населенных пунктов здесь обильны сельскохозяйственные угодья, а также ведутся очень интенсивные вырубki леса; все это в целом обуславливает активное проникновение чужеродных видов. Согласно нашим исследованиям, для флористического списка Устьянской УНС выявлено 9% чужеродных видов, что согласуется с приведенными данными по Няндомскому району. Близкая ситуация наблюдается и в Емецком районе. В Вычегодском и Лачском флористических районах доля чужеродных видов меньше и составляет 4%, а наименьшая (всего 1%) наблюдается в Северо-Двинском районе (табл. 2),

что можно объяснить низкой плотностью расположения населенных пунктов, малым количеством железных и автомобильных дорог и достаточно высокой заболоченностью.

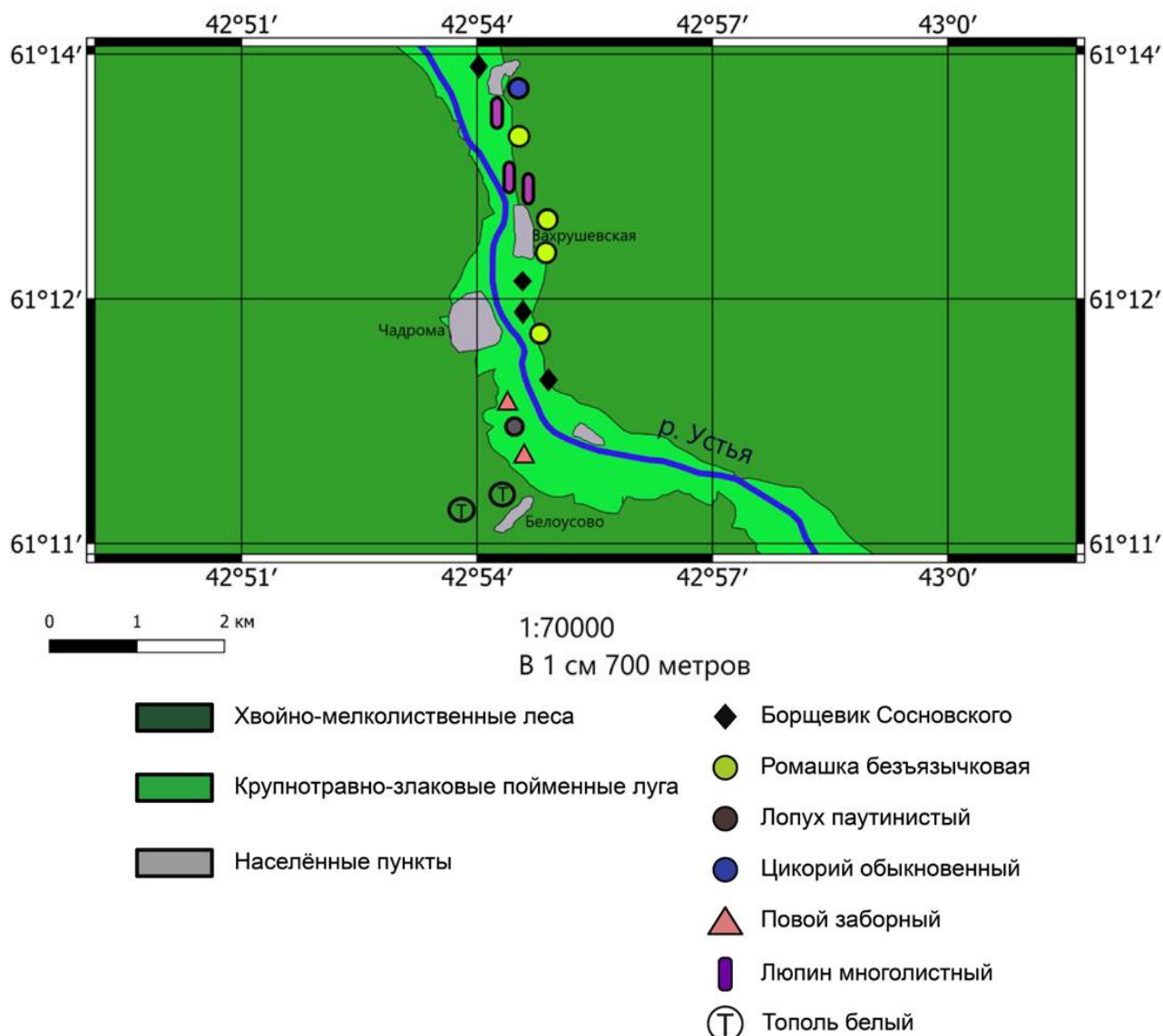


Рис. 7. Карта мест массового произрастания чужеродных видов растений на территории Чадромского ключевого участка Устьянской УНС. **Fig. 7.** Map of abundance of alien plant species within the territory of the Chadroma Key Area of the Ustyansky Station.

Заключение

Изучение состава и характеристик чужеродных видов сосудистых растений является актуальной научной задачей, привлекающей внимание широкого круга специалистов – экологов, биологов, ботанико-географов. Несмотря на большое число публикаций, посвященных этой тематике, обширные регионы страны, особенно в таежной зоне, подобные Архангельской области, мало охвачены такими работами. Проведенное исследование на базе Устьянской УНС географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова позволило внести определенный вклад в изучение адвентивных видов центрального сектора европейской средней тайги и сделать нижеследующие выводы.

Для исследуемой территории выявлено 48 чужеродных видов, т.е. 9% от полного флористического списка. В таксономическом спектре чужеродной флоры доминируют семейства бобовые, сложноцветные и крестоцветные.

Около половины этих видов растений является широко распространенными, а их природный ареал располагается на нескольких континентах. Выходцами из Северной Америки являются 23% изученных чужеродных видов, из Азии – 20%.

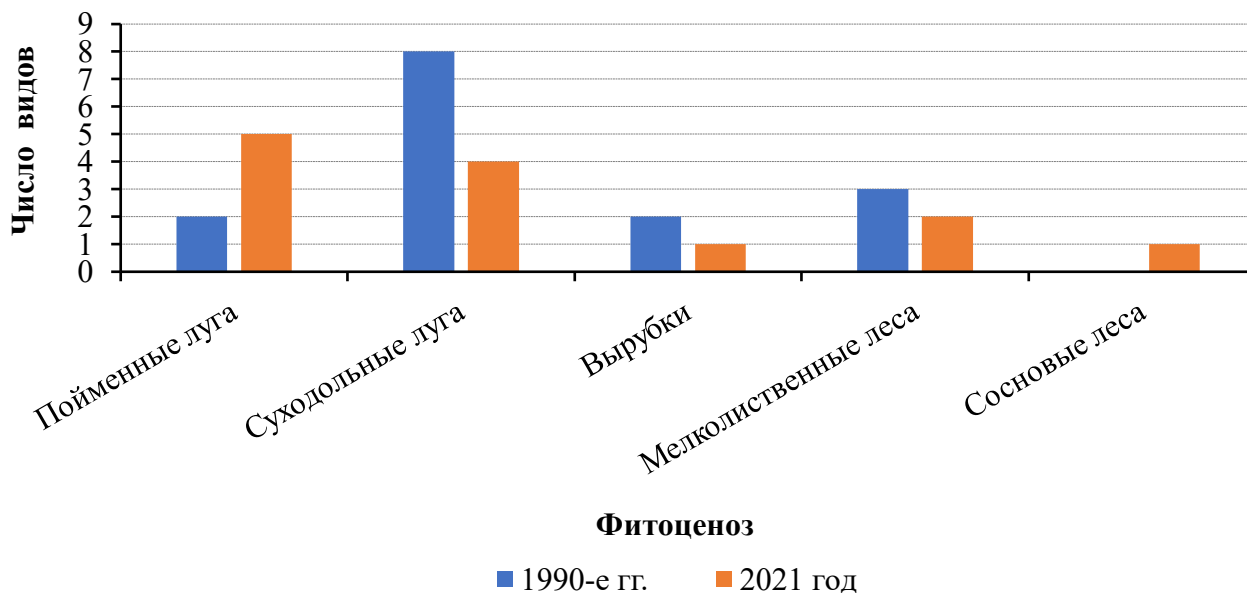


Рис. 8. Количество чужеродных видов растений в разных типах фитоценозов в 1990-е и 2021 гг. **Fig. 8.** Number of alien plant species in different phytocoenoses in the 1990s and 2021.

Таблица 2. Доля чужеродных видов во флоре флористических районов средней тайги Архангельской области (Шмидт, 2005; Морозова, Царевская, 2010). **Table 2.** Proportion of alien species in the flora of floristic regions of the middle taiga of the Arkhangelsk region (Schmidt, 2005; Morozova, Tsarevskaya, 2010).

Флористический район	Суммарное число видов сосудистых растений	Количество чужеродных видов	Доля чужеродных видов, %
Кожозерский	694	112	16
Емецкий	661	50	8
Северо-Двинский	672	8	1
Лачский	592	22	4
Няндомский	631	51	8
Вычегодский	618	25	4

Выявленные по экологическим шкалам характеристики чужеродных видов определяются главным образом как мезофитные и достаточно требовательные к плодородию почв. Данные свойства обуславливают их роль в растительном покрове средней тайги: они легко распространяются в природных сообществах пойменных и суходольных лугов, залежей и вторичных лесов. В пределах селитебных территорий и вдоль дорог складываются

благоприятных условиях для их распространения и проникновения в новые районы.

Из анализа ценотической роли чужеродных видов выявлено, что большинство является малоактивным и занесено на территорию преднамеренно. Из общего списка 48 чужеродных растений на территории лишь 15 вошли в природные сообщества; а видами-трансформерами, преобразовывающими природные сообщества, по терминологии Черных книг, стали лишь два вида – борщевик Сосновского и люпин многолистный.

Распространение чужеродных видов растений в достаточно суровых биоклиматических условиях средней тайги обусловлено возможностями миграций по долинам крупных рек, развитой сетью железных дорог, высокой степенью сельскохозяйственной освоенности (Няндомский, Емецкий, Кожозерский флористические районы).



Рис. 9. Флористические районы средней тайги Архангельской области (Шмидт, 2005). Условные обозначения: 1 – Кожозерский, 2 – Емецкий, 3 – Северо-Двинский, 4 – Лачский, 5 – Няндомский, 6 – Вычегодский. **Fig. 9.** Floristic zones of middle taiga in the Arkhangelsk Region (Schmidt, 2005). *Legend:* 1 – Kozhozersky, 2 – Emetsky, 3 – Severo-Dvinsky, 4 – Lachsky, 5 – Nyandomsky, 6 – Vychegodsky.

На локальном уровне исследования показано, что центрами распространения чужеродных видов становятся животноводческие фермы, посадки деревьев и кустарников в населенных пунктах, возле школ, а также грунтовые дороги, где фиксируются максимальная концентрация и разнообразие этих видов.

За последние годы влияние чужеродных видов в исследуемом регионе возросло, они оказывают негативный эффект на флору и растительность, трансформируя природные экосистемы. Продолжение начатых исследований позволит, очевидно, уточнить и, возможно, расширить видовой состав чужеродных видов за счет большего охвата разных типов сообществ и местообитаний, выяснить изменение их ценотической роли и выявить потенциально опасные растения.

Финансирование. Работа выполнена в рамках госзадания № 121051100137-4 темы НИР «Пространственно-временная организация экосистем в условиях изменений окружающей среды».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. *Акатов В.В., Акатова Т.В., Загурная Ю.С., Шадже А.Е.* 2009. Инвазивность растительных сообществ: прогноз на основе ценогических параметров // Новые технологии. Т. 3. С. 25-33.
2. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России». 2004 [Электронный ресурс: <https://www.impb.ru/eco/> (дата обращения 15.08.2023)].
3. *Баранова О.Г., Щербаков А.В., Сенатор С.А., Панасенко Н.Н., Сагалаев В.А., Саксонов С.В.* 2018. Основные термины и понятия, используемые при изучении чужеродной и синантропной флоры // Фиторазнообразие Восточной Европы. Самара: Изд-во РАН. № 4. С. 4-22.
4. *Березуцкий М.А.* 2009. Антропогенная трансформация флоры // Ботанический журнал РАН. Т. 84. С. 9-19.
5. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А.* 2011. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Тов-во научных изданий КМК. 279 с.
6. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.* 2010. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС. 512 с.
7. *Горбунова И.А., Емельянова Л.Г., Леонова Н.Б.* 2014. Учебная почвенно-биогеографическая практика в средней тайге. М.: АПР. 156 с.
8. *Гусев И.И., Неволин О.А., Третьяков С.В.* 1994. Леса и лесистость Архангельской области // Лесной журнал. № 3. С. 10-17.
9. *Еремеева Е.А., Леонова Н.Б.* 2022. Динамика видового состава сосудистых растений, находящихся вблизи северных границ ареалов на юге Архангельской области // Проблемы региональной экологии. № 1. С. 60-66.
1. Akatov VV, Akatova TV, Zagurnaya YuS, Shadzhe AE. Invasibility of plant communities: forecast based on cenotic parameters [Invazibel'nost' rastitel'nykh soobshchestv: prognoz na osnove tsenoticheskikh parametrov] *New Technologies [Novyye tekhnologii]*. 2009;3:25-33.
2. Database "Flora of Vascular Plants of Central Russia" [*Baza dannyykh "Flora sosudistykh rasteniy Tsentral'noy Rossii"*]. 2004, Available at <https://www.impb.ru/eco/> (Date of Access 15/08/2023).
3. Baranova OG, Shcherbakov AV, Senator SA, Panasenko NN, SagalaeV VA, Saksonov SV. Basic terms and concepts used in the study of alien and synanthropic flora [*Osnovnyye terminy i ponyatiya, ispol'zuyemye pri izuchenii chuzherodnoy i sinantropnoy flory*] *Phytodiversity of Eastern Europe [Fitoraznoobraziye Vostochnoy Yevropy]*. Samara: Izd-vo RAN, 2018;4:4-22.
4. Berezutsky MA. Anthropogenic transformation of flora [*Antropogennaya transformatsiya flory*] *Botanical Journal of the Russian Academy of Sciences*. 2009;84:9-19.
5. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Notov AA. Black data book of flora of the Tver region: alien plant species in the ecosystems of the Tver Region [*Chernaya kniga flory Tverskoy oblasti: chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Tverskogo regiona*]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2011:279.
6. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Khorun LV. Black data book of the flora of Central Russia: alien plant species in the ecosystems of Central Russia [*Chernaya kniga flory Sredney Rossii: chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii*]. Moscow: GEOS, 2010:512.
7. Gorbunova IA, Emelyanova LG, Leonova NB. Educational soil-biogeographic practice in the middle taiga [*Uchebnaya pochvenno-biogeograficheskaya praktika v sredney tayge*]. Moscow: APR, 2014:156.
8. Gusev II, Nevolin OA, Tretyakov SV. Forests and forest cover in the Arkhangelsk region [*Lesa i lesistost' Arkhangel'skoy oblasti*] *Forest Journal [Lesnoy zhurnal]*. 1994;3:10-17.
9. Eremeeva EA, Leonova NB. Dynamics of the species composition of vascular plants located near the northern boundaries of habitats in the south of the Arkhangelsk region [*Dinamika vidovogo sostava sosudistykh rasteniy, nakhodyashchikhsya vblizi severnykh granits arealov na yuge Arkhangel'skoy oblasti*] *Problems of Regional Ecology [Problemy*

10. Конвенция о биологическом разнообразии. 1993 [Электронный ресурс <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-ru-web.pdf> (дата обращения 10.09.2023)].
11. Коновалова И.С., Бабич И.А., Марич С.Н. 2013. Фитоценотическая значимость сорных растений лесных питомников // Вестник САФУ. № 2. С. 232-237.
12. Методы изучения лесных сообществ. 2002 / Ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. СПб.: НИИХимии СПбГУ. 240с.
13. Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. 1999. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. Итоги работы Ботанического сада за 50 лет. Т. 1. СПб.: Наука. 216 с.
14. Морозова О.В., Царевская Н.Г. 2010. Участие чужеродных видов сосудистых растений в заповедниках Европейской России // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 81-89.
15. Нотов А.А., Нотов В.А. 2009. Основные направления изучения генезиса адвентивного компонента флор // Вестник ТвГУ. Вып. 14. С. 127-142.
16. Пан-Европейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. 1995 [Электронный ресурс <http://www.biodat.ru/vart/hunt/texts/strategy.htm> (дата обращения: 21.05.2023)].
17. Плантариум. 2023. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений [Электронный ресурс <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения 10.12.2022)].
18. Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Крылов А.В. 2019. Черная книга Калужской области. Сосудистые растения. Калуга: ООО «Ваш Домь». 342 с.
19. Тишков А.А. 2005. Экологические последствия вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) [Электронный ресурс *regional'noy ekologii*]. 2022;1:60-66.
10. Convention on Biological Diversity [*Konventsiya o biologicheskoy raznoobrazii*]. 1993, Available at <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-ru-web.pdf> (Date of Access 09/10/2023).
11. Konovalova IS, Babich IA, Marich SN. Phytocenotic significance of weeds in forest nurseries [Fitotsenoticheskaya znachimost' sornykh rasteniy lesnykh pitomnikov] *Bulletin of Northern (Arctic) Federal University [Vestnik SAFU]*. 2013;2:232-237.
12. Methods for studying forest communities [*Metody izucheniya lesnykh soobshchestv*] / eds. V.T. Yarmishko, I.V. Lyanguzova. Saint-Petersburg: NIIXhimii SPbGU, 2002:240.
13. Mishurov VP, Volkova GA, Portnyagina NV. Introduction of useful plants in the middle taiga subzone of the Komi Republic [Introduktsiya poleznykh rasteniy v podzone sredney taygi Respubliki Komi] *Results of the work of the Botanical Garden for 50 years [Itogi raboty Botanicheskogo sada za 50 let]*. Saint-Petersburg: Nauka, 1999;1:216.
14. Morozova OV, Tsarevskaya NG. Participation of alien species of vascular plants in nature reserves of European Russia [Uchastiye chuzherodnykh vidov sosudistykh rasteniy v zapovednikakh Yevropeyskoy Rossii] *News of the Russian Academy of Sciences [Izvestiya RAN] Geographical Series [Seriya geograficheskaya]*. 2010;4:81-89.
15. Notov AA, Notov VA. Main directions of studying the genesis of the adventitious component of floras [Osnovnyye napravleniya izucheniya genezisa adventivnogo komponenta flor] *Bulletin of the Botanical Garden of Tver State University [Vestnik TvGU]*. 2009;14:127-142.
16. Pan-European Strategy for the Conservation of Biological and Landscape Diversity [*Pan-Yevropeyskaya strategiya sokhraneniya biologicheskogo i landshaftnogo raznoobraziya*]. 1995, Available at <http://www.biodat.ru/vart/hunt/texts/strategy.htm> (Date of Access 21/05/2023).
17. Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online atlas and plant guide. 2023, Available at <https://www.plantarium.ru/lang/en.html> (Date of Access 10/12/2022).
18. Reshetnikova NM, Mayorov SR, Krylov AV. Black Data Book of the Kaluga Region [*Chernaya kniga Kaluzhskoy oblasti*] *Vascular plants [Sosudistyye rasteniya]*. Kaluga: ООО "Vash Dom", 2019:342.

- <http://trade.ecoaccord.org/docs/tishkov.htm> (дата обращения 10.02.2023)].
20. Толмачев А.И. 1974. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинградского университета. 244 с.
 21. Флора и фауна средней тайги Архангельской области (междуречье Устья и Кокшеньги). 2003. М.: Географический факультет МГУ. 70 с.
 22. Флора Северо-Востока Европейской части СССР. В 4 т. 1974. Л.: Наука. Т. 1. 272 с.; Т. 2. 314 с.; Т. 3. 292 с.; Т. 4. 310 с.
 23. Хорошев А.В. 2005. Ландшафтная структура бассейна р. Заячья (Важско-Северодвинское междуречье, Архангельская область). М: МГУ. 155 с.
 24. Хорун Л.В., Казакова М.В. 2013. Флористический состав и натурализация адвентивных видов флоры Рязанской области // Вестник Удмуртского университета. № 2. С. 43-48.
 25. Цыганов Д.Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука. 196 с.
 26. Черная Книга флоры Сибири. 2016 / Ред. Ю.К. Виноградова, А.Н. Куприянов. Новосибирск: Гео. 440 с.
 27. Чужеродные виды на территории России. 2010 [Электронный ресурс <http://www.sevin.ru/invasive/> (дата обращения 15.01.2023)].
 28. Шмидт В.М. 2005. Флора Архангельской области. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского университета. 345 с.
 29. Элтон Ч.С. 1960. Экология нашествия животных и растений. М.: Изд-во иностранной литературы. 231 с.
 30. Brown R., Peet R. 2003. Diversity and Invasibility of Southern Appalachian Plant Communities // Ecology. Vol. 84. No. 1. P. 32-39.
 31. Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. 2000. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions //
 19. Tishkov AA. Environmental consequences of Russia's accession to the World Trade Organization (WTO) [*Ekologicheskiye posledstviya vstupleniya Rossii vo Vsemirnyuyu torgovuyu organizatsiyu (VTO)*]. 2005, Available at <http://trade.ecoaccord.org/docs/tishkov.htm> (Date of Access 10/02/2023).
 20. Tolmachev AI. Introduction to geography of plants [*Vvedeniye v geografiyu rasteniy*]. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 1974:244.
 21. Flora and fauna of the middle taiga of the Arkhangelsk region (between the Ustyia and Kokshenga rivers) [*Flora i fauna sredney taygi Arkhangel'skoy oblasti (mezhdurech'ye Ust'i i Kokshen'gi)*]. Moscow: Geograficheskiy fakul'tet MGU, 2003:70.
 22. Flora of the North-East of the European part of the USSR [*Flora Severo-Vostoka Yevropeyskoy chasti SSSR*]. Leningrad: Nauka, 1974;1:2;2:314;3:292;4:310.
 23. Khoroshev AV. Landscape structure of the Zayachya basin (Vazhsko-Severodvinsk interfluve, Arkhangelsk region) [*Landshaftnaya struktura basseyna r. Zayachya (Vazhsko-Severodvinskoye mezhdurech'ye, Arkhangel'skaya oblast')*]. Moscow: MGU, 2005:155.
 24. Khorun LV, Kazakova MV. Floristic composition and naturalization of adventive species of flora of the Ryazan region [Floristicheskiy sostav i naturalizatsiya adventivnykh vidov flory Ryazanskoy oblasti] *Bulletin of the Udmurt University [Vestnik Udmurtskogo universiteta]*. 2013;2:43-48.
 25. Tsyganov DN. Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests [*Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov*]. Moscow: Nauka, 1983:196.
 26. Black Data Book of the Flora of Siberia [*Chernaya Kniga flory Sibiri*] / eds. Yu.K. Vinogradova, A.N. Kupriyanov. Novosibirsk: Geo, 2016:440.
 27. Alien species on the territory of Russia [*Chuzherodnyye vidy na territorii Rossii*]. 2010, Available at <http://www.sevin.ru/invasive/> (Date of Access 15/01/2023).
 28. Schmidt VM. Flora of the Arkhangelsk region [*Flora Arkhangel'skoy oblasti*]. Saint-Petersburg: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2005:345.
 29. Elton CS. Ecology of animal and plant invasions [*Ekologiya nashestviy zhivotnykh i rasteniy*]. Moscow: Izd-vo inostrannoy literatury, 1960:231.
 30. Brown R, Peet R. Diversity and Invasibility of Southern Appalachian Plant Communities. *Ecology*. 2003;84(1):32-39.

- Diversity and Distributions. No. 6. P. 93- 31. Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions*. 2000;6:93-107.

УДК 574.91/581.91

ALIEN SPECIES OF VASCULAR PLANTS IN PLANT COMMUNITIES OF THE MIDDLE TAIGA OF THE ARKHANGELSK REGION

© 2023. A.A. Chmykhov, N.B. Leonova

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography
GSP-I, Vorobyovy Gory, Moscow, 119899, Russia. E-mail: nbleonova2@gmail.com*

Received August 15, 2023. Revised August 15, 2023. Accepted September 01, 2023.

In this article we discuss the distribution of alien species in the vegetation cover of the middle taiga of the Arkhangelsk Region. This is a relevant problem that has not been studied so far. We used the data of long-term biogeographic studies obtained from the Ustyanskaya Educational and Research Station located in the Arkhangelsk Region, M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography; as well as our own field materials for 2019-2022. We determined the composition of alien plant species in the study area and analyzed their taxonomic belonging, as well as their ecological and geographical characteristics. We used traditional methods of botanical-geographical field survey and desk processing of collected data, coupled with a list of scientific publications written on the role of alien species in plant communities. Moreover, we analyzed the ecological ranges of species based on D.N. Tsyganov's ecological scales and mapped the mass occurrence of the most widespread alien species in the key sites of the study area. The results of this study revealed that alien species in the vegetation cover of the middle taiga of the Arkhangelsk Region currently account for about 9% of the floristic list, most of them being introduced into the region intentionally during agricultural activities. The taxonomic spectrum of such species is mostly represented by Asteraceae, Fabaceae and Brassicaceae families that are common in North America and Asia. In terms of coenotic aspect, these species are distributed mainly in floodplain and upland meadows communities, in fallow lands, secondary forests, anthropogenic coenoses of residential areas, along the roads. Most of these species grow in the middle taiga due to the presence of large river valleys, a well-developed agriculture and a railroad network.

Keywords: alien plant species, taxonomic composition, ecologic and coenotic composition, geographical elements, ecological scales, plant communities.

Funding. The work was carried out as part of the state task No. 121051100137-4 of the research topic "Spatial and temporal organization of ecosystems under conditions of environmental changes".

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-5-27

EDN: XKWFRF

===== **STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS** =====
AND PATTERNS OF THEIR DISTRIBUTION

UDC 574.91/581.91

**ALIEN SPECIES OF VASCULAR PLANTS IN PLANT COMMUNITIES
OF THE MIDDLE TAIGA OF THE ARKHANGELSK REGION**

© 2023. A.A. Chmykhov, N.B. Leonova

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography
GSP-1, Vorobyovy Gory, Moscow, 119899, Russia. E-mail: nbleonova2@gmail.com*

Received August 15, 2023. Revised August 30, 2023. Accepted September 01, 2023.

In this article we discuss the distribution of alien species in the vegetation cover of the middle taiga of the Arkhangelsk Region. This is a relevant problem that has not been studied so far. We used the data of long-term biogeographic studies obtained from the Ustyanskaya Educational and Research Station located in the Arkhangelsk Region, M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography; as well as our own field materials for 2019-2022. We determined the composition of alien plant species in the study area and analyzed their taxonomic belonging, as well as their ecological and geographical characteristics. We used traditional methods of botanical-geographical field survey and desk processing of collected data, coupled with a list of scientific publications written on the role of alien species in plant communities. Moreover, we analyzed the ecological ranges of species based on D.N. Tsyganov's ecological scales and mapped the mass occurrence of the most widespread alien species in the key sites of the study area. The results of this study revealed that alien species in the vegetation cover of the middle taiga of the Arkhangelsk Region currently account for about 9% of the floristic list, most of them being introduced into the region intentionally during agricultural activities. The taxonomic spectrum of such species is mostly represented by Asteraceae, Fabaceae and Brassicaceae families that are common in North America and Asia. In terms of coenotic aspects, these species are distributed mainly in floodplain and upland meadows communities, in fallow lands, secondary forests, anthropogenic coenoses of residential areas, along the roads. Most of these species grow in the middle taiga due to the presence of large river valleys, a well-developed agriculture and a railroad network.

Keywords: alien plant species, taxonomic composition, ecologic and coenotic composition, geographical elements, ecological scales, plant communities.

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-28-48

EDN: MUTZCE

The invasion of alien plant and animal species is a global environmental problem that greatly damages ecosystems, agriculture and human health. Moreover, it is aggravated by another global issue as the biodiversity loss and, therefore, the loss of ecosystem functions of biodiversity. Many foreign scientific works (Elton, 1960; Brown, Peet, 2003; Richardson et al., 2000) as well as the Russian ones (Berezutsky, 2009; Tishkov, 2005; Morozova, Tsarevskaya, 2010; Reshetnikova et al., 2019) study alien plant species, while the measures to combat their invasion are part of the most important international documents, such as “The Convention on Biological Diversity” (1993) or “Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy” (1995). In 2009, Russia started to compile Black Data Books with generalized biological features and dynamics of the alien species invading from the study region and developing secondary ranges (Vinogradova et al., 2010). Sever years later, Black Data Books of the Tver Region (Vinogradova et al., 2011), Siberia (Black Data Book ..., 2016), and Kaluga Region (Reshetnikova et al., 2019) were also published.

A number of concepts and terms was introduced and established by the papers that study alien plant species (Baranova et al., 2018; Akatov et al., 2009; Alien ..., 2010). An important part in the

study of the alien species behavior in new territories is their behavior and introduction into natural ecosystems, i.e. naturalization or, in other words, the process of alien species overcoming various obstacles, and their ability to adapt and reproduce in new geographical and ecological conditions (Khorun, Kazakova, 2013). It is known that the efficiency of such species entering new ecosystems depends on the properties of said ecosystems, which, in turn, is part of the “ecosystem invasive susceptibility” concept, i.e. a set of characteristics of an ecosystem (community, habitat) that determines the introduction and development possibilities of alien species within it (Baranova et al., 2018).

Thus, identification and cataloguing of alien species in a certain territory, study of their ecological and cenotic features and assessment of the possibilities of their introduction into natural communities are required to prevent their negative impact on the environment. It is important to keep in mind that the problem of their introduction into taiga regions of Russia, including the Arkhangelsk Region, is still severely uncharted. Agricultural and forestry development of the central sector of the middle taiga in European Russia takes a long time, especially along the valleys of such large rivers as the Northern Dvina, Vaga and Ustyia. However, this development accelerated in the 20th century as the volume and rate of forest clearing increased, followed by the agricultural load, such as dairy and crop farming.

The aim of this study is to identify the composition, ecological and geographical characteristics of alien species in the vegetation cover of the middle taiga of the Arkhangelsk Region, and to determine the possibilities of introducing such species into natural ecosystems.

Materials and Methods

Ustyanskaya Educational and Research Station of M.V. Lomonosov Moscow State University is located in the Zayacheritsky Pogost Village, Ustyansky District, Arkhangelsk Region (N 60° 53' 45", E 43° 12' 54"). Our study took place on several key sites around the station and within the district itself (Fig. 1). This territory lies in the interfluvium of the Vaga River tributaries, the Ustyia and Kokshenga Rivers, on the Ustyansky Plateau that was formed by marls, sands, dolomites and Permian limestones, covered with relatively shallow quaternary deposits, such as glacial boulder loams, glaciolacustrine loams and loamy sands, as well as fluvioglacial sands and Moscovian loamy sands. The soddy carbonate soils are distributed due to the patches of surface carbonate rocks; the podzolic soils are climatic (Khoroshev, 2005). The local climate is temperate continental, with long cold winters and moderately warm summers. Hydrologically, the territory is a well-drained plain, with a good ground runoff and a dense, developed network of large and small rivers, a specific feature of which is the fact that their valleys are embedded in the former channels of glacial meltwater streams and glaciolacustrine depressions, formed by fluvioglacial deposits. Thus, the size and embedment of river valleys even for small rivers (e.g., the Zayachya River) are quite significant. However, the increased humidity factor and peculiar geological structure cause large oligotrophic swamps to form in the vast watershed areas (Gorbunova et al., 2014).

The vegetation cover of the study area is dominated by different types of taiga forests formed by a spruce hybrid (*Picea x fennica* (Regel) Kom) and the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Secondary forests are formed mainly by silver (*Betula pendula* Roth) and downy birches (*B. pubescens* Ehrh.), and sometimes by aspen (*Populus tremula* L.) and grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench). Moreover, there can be found occasional and mostly afforested swamps, as well as meadow communities located in river floodplains. Due to the wide distribution of fertile soddy carbonate soils, the south of the Arkhangelsk Region has been well-developed for a long time now. Upland meadows are formed on the watersheds of former agricultural lands, transforming later into forest communities. The deciduous species are the main reason of overgrowing, changing the natural structure of forest communities. In the center and north of the Ustyansky District,

deforestation causes a great impact on the natural complexes. The area near the Arkhangelsk–Konosha–Kotlas Railroad is transformed the most.

Thus, the vegetation cover of the study territory is diverse and highly modified by anthropogenic impact (Gusev, 1974; Flora and Fauna of the Middle Taiga ..., 2003; Gorbunova et al., 2014). Long-term agricultural and forestry development, as well as a thick road and railroad network increase the possibility of alien plant species to penetrate and take root in this territory. In nature, this process is facilitated by the developed river network with large river valleys that stretch in meridional direction, and diverse soil cover with occasional fertile soils that are not typical for taiga.

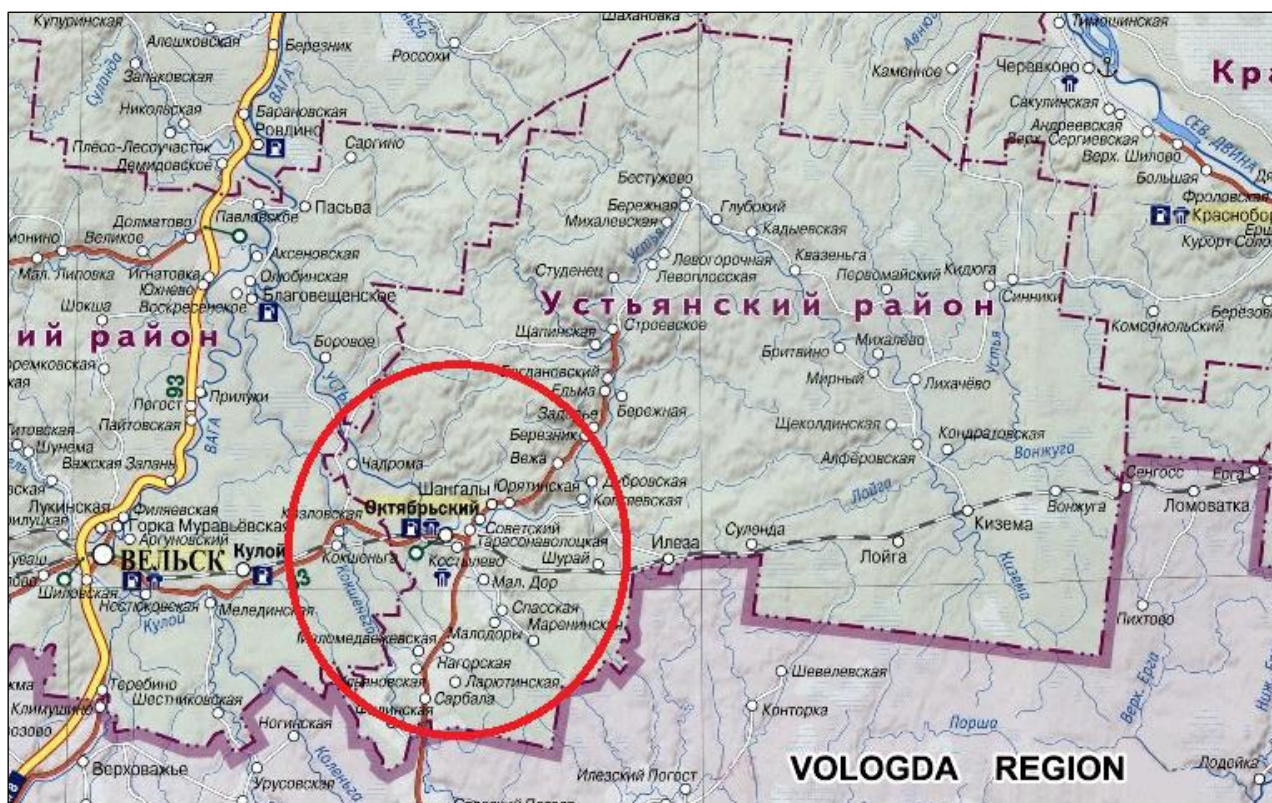


Fig. 1. The study area (circled) on the contemporary map of the Arkhangelsk Region.

We studied alien species in the south of the region by analyzing numerous publications on the local flora, such as “Flora of the North-East of the European part of the USSR” (1974), “Flora of the Arkhangelsk Region” (Schmidt, 2005), “Flora and Fauna of the Middle Taiga of the Arkhangelsk Region ...” (2003). To determine the ranges of the studied species, we used O.V. Morozova’s database “Alien Species on the Territory of Russia” (2010), as well as some works on alien species and their cultivation in the said region (Mishurov et al.; 1999; Konovalova et al., 2013).

For this paper we used 102 modern geobotanical relevés (from 2019 to 2022) of plant communities where the alien species were present at the key sites of Ustyansky District, Arkhangelsk Region, made according to the standard methodic (Methods ..., 2002) for the main types of communities common for the territory. We also included 280 geobotanical relevés made by the Department of Biogeography during the field works in the Ustyansky District in the 1990–2000s, and used them to study the distribution dynamics of alien species in the area. Additionally, we used our own notes on findings of alien species along roadsides.

We used D.N. Tsyganov's ecological scales (1983) to describe the ecological characteristics of alien species and their belonging to various ecological groups. Taxonomic affiliation of vascular plant species is given according to Plantarium, an open online galleries and plant identification guide (2023), while ecological and coenotic characteristics are provided according to "Flora of Vascular Plants of Central Russia" (2004). The constancy index of species participation in a certain community type was calculated according to the known methods (Methods ..., 2002) as a share of geobotanical relevés with certain species in the total number of relevés of one community type. Topographic maps (scaled 1:10,000 and 1:25,000) of the fieldwork area were used to show the distribution of communities containing alien species; a schematic map of the alien species abundance within the 2 key sites was compiled in QuantumGIS.

Results and Discussions

The modern floristic composition of the study territory lists 547 species from 79 families (Eremeeva, Leonova, 2022). After analyzing a number of literary sources (Flora of the North-East ..., 1974; Flora and Fauna of the Middle Taiga ..., 2003; Schmidt, 2005; Alien Species ..., 2010), we found out that the alien species were represented by 48 vascular plant species from 19 families. The most well represented is the Fabaceae family with 9 species, e.g. large-leaved lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) and fodder galega (*Galega orientalis* L.). It is followed by Asteraceae with 7 species, e.g. common chicory (*Cichorium intybus* L.) and Canada goldenrod (*Solidago canadensis* L.). The third family is Rosaceae with 6 species, e.g. Japanese rose (*Rosa rugosa* Thunb.) and apple tree (*Malus domestica* Borkh.). Generally, in the study territory these species are represented by one in each genus, with the exception of *Epilobium* and *Artemisia*, represented by 2 species: estragon (*Artemisia dracuncululus* L.) and sagebrush (*A. sieversiana* Willd.); American (*Epilobium adenocaulon* Hausskn.) and northern willow-herb (*E. pseudorubescens* A.K. Skvortsov).

After analyzing the complete list of local flora, we established that alien species account for 9% of the total flora of the study territory. In general, Poaceae, Cyperaceae and Asteraceae are the dominant ones, which is common for the Boreal floristic region (Tolmachev, 1974), while Fabaceae, Asteraceae, Rosaceae and Brassicaceae are the dominant ones among alien species (Fig. 2).

The species that have invaded this region origin mainly from North America (11 species), Asia (10 species) and Europe (8 species), while almost half of them are widely distributed on several continents (Fig. 3). A complete list of registered species and their natural ranges is given in Table 1.

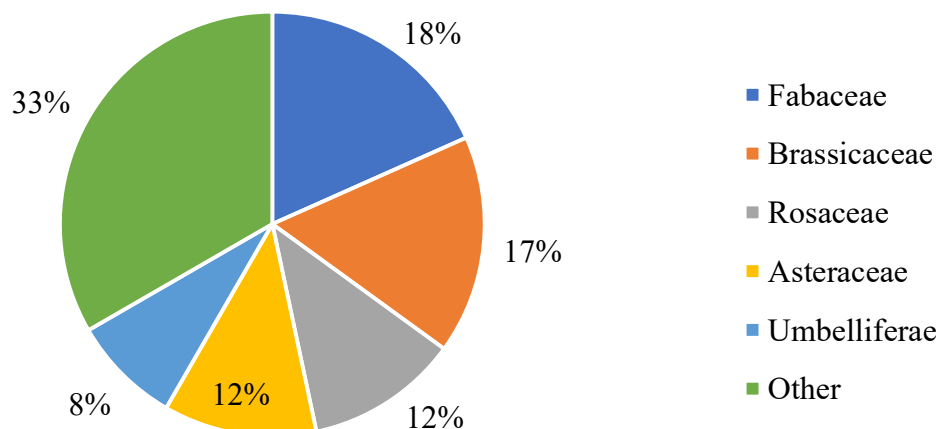


Fig. 2. Taxonomic composition of alien plant species in the study area.

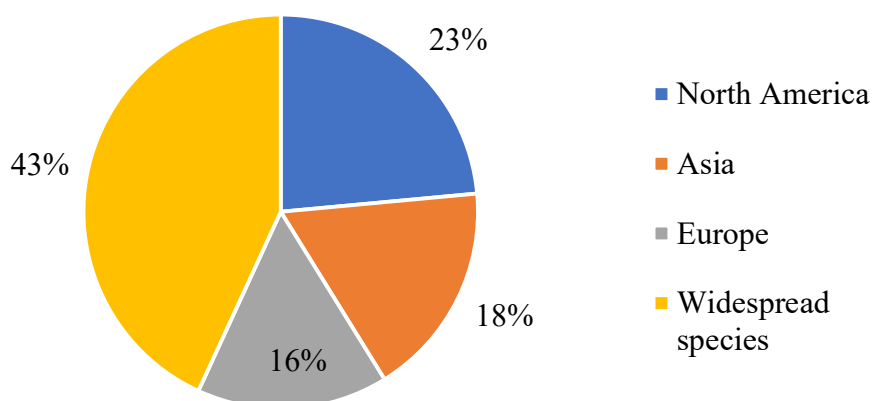


Fig. 3. Regions of origin of alien plant species.

Table 1. Alien plant species of the middle taiga of the Arkhangelsk region (Flora of the North-East ..., 1974; Flora and Fauna of the Middle Taiga ..., 2003).

Latin name	Common name	Family	Range
<i>Acer negundo</i> L.	Manitoba maple	Sapindaceae	North America
<i>Aconitum napellus</i> L.	Garden monkshood	Ranunculaceae	Europe (almost entire Europe outside of Russia)
<i>Amelanchier spicata</i> K. Koch.	Low juneberry	Rosaceae	Atlantic-North American floristic region
<i>Anethum graveolens</i> L.	Dill	Apiaceae	Asia (Anatolia, Iran, Himalayas), North Africa
<i>Anthyllus macrocephala</i> Wender.	Common kidneyvetch	Fabaceae	Europe (forest steppe and European steppes)
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	Woolly burdock[Asteraceae	Europe (south of the former European USSR, Mediterranean Basin, Western Europe), Asia (Caucasus, Soviet Central Asia, Siberia, Far East)
<i>Armoracia rusticana</i> P.G. Gaerth.	Horseradish	Brassicaceae	Europe (southern regions), Asia (Caucasus, Southern Siberia)
<i>Artemisia dracunculus</i> L.	Wild tarragon	Asteraceae	Europe, Asia (steppes)
<i>Artemisia sieversiana</i> Willd.	Sieversian wormwood	Asteraceae	Asia (Siberia, Southern Far East, Soviet Central Asia, Mongolia, China)
<i>Atriplex patula</i> L.	Spear saltbush	Amaranthaceae	Europe, Caucasus, Anatolia, Siberia, North Africa, North America

Continuation of Table 1.

Latin name	Common name	Family	Range
<i>Berteroa incana</i> L.	False hoary madwort	Brassicaceae	Europe, Asia (forest steppe)
<i>Bunias orientalis</i> L.	Turkish wartycabbage	Brassicaceae	Western and Central Europe, Caucasus, Crimea, Anatolia, Soviet Central Asia, Western Siberia, all of the former European USSR except for its north
<i>Calystegia inflata</i> Sweet	Hedge bindweed	Convolvulaceae	Asia (Far East), USA, Australia
<i>Calystegia sepium</i>	Hedge false bindweed	Convolvulaceae	Asia (Far East), USA, Australia
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Siberian peashrub	Fabaceae	Asia (steppes)
<i>Cichorium intybus</i> L.	Common chicory	Asteraceae	Europe (Mediterranean Basin)
<i>Conium maculatum</i> L.	Poison hemlock	Apiaceae	Europe (Central and Southern), Asia (Caucasus, Anatolia and West Asia, Kazakhstan, China, Southern Siberia)
<i>Echium vulgare</i> L.	Blueweed	Boraginaceae	Europe (forest steppe and steppes), Asia (Caucasus, Anatolia, Soviet Central Asia, south of the Western Siberia)
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	American waterweed	Hydrocharitaceae	North America
<i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn.	American willowherb	Onagraceae	North America (Rocky Mountains)
<i>Epilobium pseudorubescens</i> A.K. Skvortsov	False rosebay willowherb	Onagraceae	North America
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Canadian horseweed	Asteraceae	North America
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	Wormseed mustard	Brassicaceae	Europe (Central Europe and Atlantic Region), Asia (Caucasus, Soviet Central Asia, Siberia, Far East), North Africa, North America
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Cypress spurge	Euphorbiaceae	Europe (Southern and Central)
<i>Galega orientalis</i> Lam.	Eastern galega	Fabaceae	Asia (Caucasus and South Caucasus)
<i>Geranium sibiricum</i> L.	Siberian cranesbill	Geraniaceae	Asia (Siberia, Far East)

Continuation of Table 1.

Latin name	Common name	Family	Range
<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	Sosnowsky's hogweed	Apiaceae	Caucasus
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	Himalayan balsam	Balsaminaceae	Asia (Western Himalayas)
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Tuberous pea	Fabaceae	Europe (Central Europe, Mediterranean Basin), Asia (Anatolia, Caucasus, Soviet Central Asia, Western Siberia)
<i>Lepidium densiflorum</i> Schrad.	Prairie peppergrass	Brassicaceae	North America
<i>Lotus komarovii</i> Miniaev	Bird's foot trefoil	Fabaceae	Southern Far East
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	Large-leaved lupine	Fabaceae	North America (Rocky Mountains)
<i>Malus domestica</i> Borkh.	Apple tree	Rosaceae	Asia (Soviet Central and East Asia, Caucasus, Far East)
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Wild chamomile	Asteraceae	North America
<i>Medicago varia</i> Martyn	Hybrid alfalfa	Fabaceae	Europe, Asia, Africa (Mediterranean Basin)
<i>Melilotus officinalis</i> L.	Sweet yellow clover	Fabaceae	Europe (Western Europe, south of the former European USSR), Asia (Anatolia, Central and Soviet Central Asia, Iran, Western Siberia)
<i>Papaver somniferum</i> L.	Opium poppy	Papaveraceae	Europe (Mediterranean Basin)
<i>Pastinaca sativa</i> L.	Wild parsnip	Apiaceae	Europe (Central Europe, Mediterranean Basin), Asia (Siberia, Caucasus)
<i>Physocarpus opulifolia</i> (L.) Maxim.	Common ninebark	Rosaceae	North America
<i>Populus alba</i> L.	Silver poplar	Salicaceae	Europe (southern regions), Asia (south of the Western Siberia, Iran, Central Asia)
<i>Potentilla multifida</i> L.	Feather-leaved cinquefoil	Rosaceae	Europe (south-east), Asia (Soviet Central, Central and East Asia, Siberia)
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	Japanese rose	Rosaceae	Asia (Far East)
<i>Sambucus racemosa</i> L.	Red elderberry	Adoxaceae	Europe (mountainous regions)
<i>Saponaria officinalis</i> L.	Common soapwort	Caryophyllaceae	Asia (China)

Continuation of Table 1.

Latin name	Common name	Family	Range
<i>Sisymbrium wolgensense</i> M. Bieb	Russian mustard	Brassicaceae	Europe (Lower Volga and Lower Don)
<i>Solidago canadensis</i> L.	Canada goldenrod	Asteraceae	North America (Sonoran floristic region and Rocky Mountains)
<i>Spiraea media</i> Schmidt	Spirea	Rosaceae	Europe (south-east of the Western Europe, south-west of the former European USSR), Asia (Soviet Central Asia, Siberia, Far East)
<i>Vicia sativa</i> L.	Common vetch	Fabaceae	Europe (Mediterranean Basin)

Ecological characteristic is an important part of the study of alien plant species and their potential introduction into natural communities. According to the ecological scales of D.N. Tsyganov (1983), widely used in works on geobotanic and bioindication, such species in our study area were divided in 3 ecological groups by their increasing demand for nitrogen level in soil: *seminitrophilic*, *subnitrophilic* and *nitrophilic*.

The *seminitrophilic* group includes species that grow on relatively nitrogen-poor soils: *Amelanchier spicata*, *Berteroa incana*, *Euphorbia cyparissias*, *Melilotus officinalis* and *Vicia sativa*. The *subnitrophilic* group includes species that grow on adequately nitrogen-rich soils: *Artemisia dracunculus*, *Caragana arborescens*, *Cichorium intybus*, *Impatiens glandulifera*, *Lupinus polyphyllus* and *Populus alba* (Table 1). The *nitrophilic* group includes species that grow on nitrogen-rich soils: *Sambucus racemosa*, *Arctium tomentosum*, *A Armoracia rusticana* and *Solidago canadensis*. Among alien species, the *subnitrophilic* and *nitrophilic* ones are prevalent.

The groups of alien species with different requirements to the humidity factor can be classified as follows:

1) humid-steppe with species gravitating to an insignificant deficit of moisture, such as *Artemisia dracunculus*, *Cichorium intybus*, *Euphorbia cyparissias*, *Melilotus officinalis*;

2) subforest-meadow, which is a transitional group between humid-steppe and dry forest-meadow, including the only species – *Berteroa incana*;

3) dry forest-meadow with mesophytic species gravitating to sufficient moisture, such as *Amelanchier spicata*, *Lupinus polyphyllus*, *Vicia sativa*;

4) fresh forest-meadow, which is a transitional group between dry forest-meadow and humid forest-meadow, with such species as *Arctium tomentosum*, *Caragana arborescens*, *Geranium sibiricum*, *Populus alba*, *Solidago canadensis*;

5) humid forest-meadow with permezophytic species gravitating to a slight excess of moisture: *Aconitum napellus*, *Sambucus racemose*;

6) humid forest-meadow, which is a transitional group between humid forest-meadow and wet forest-meadow, including the only species – *A armoracia rusticana*;

7) wet forest-meadow with hygrophytic species inhabiting subaquatic landscapes, such as *Impatiens glandulifera*;

8) shallow-water with hydrophytic species that are partially or completely submerged, such as *Elodea canadensis*.

Thus, alien species have very different requirements, but the fresh forest-meadow group includes the most species, e.g. *G. sibiricum* and *P. alba*. For clarity, their requirements in the

ecological space can be represented in graphs that show the ecological ranges of some alien species depending on soil moisture and nitrogen richness of the soil (Fig. 4).

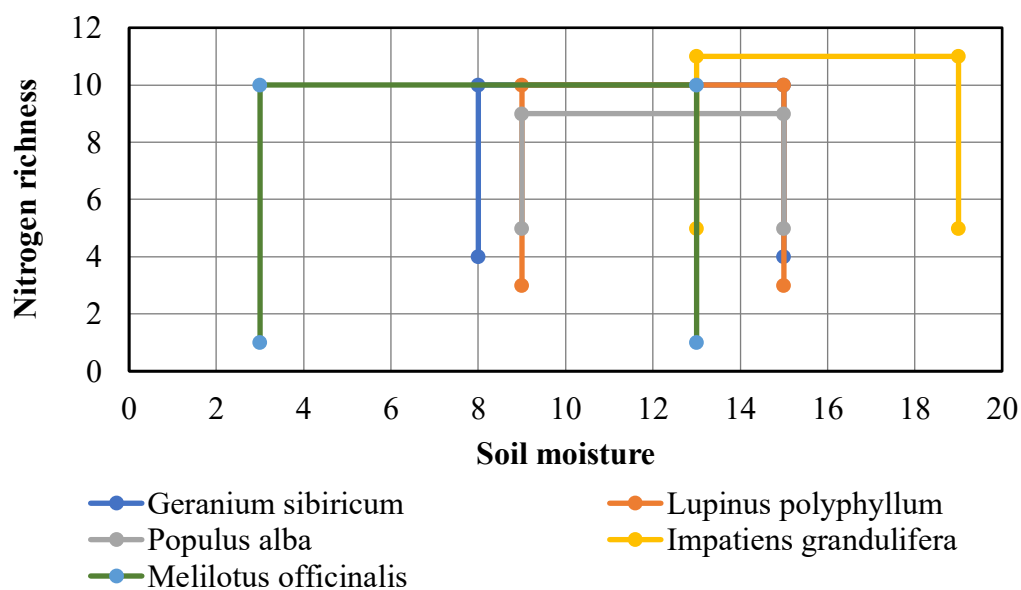


Fig. 4. Ecological ranges of *Geranium sibiricum*, *Impatiens glandulifera*, *Lupinus polyphyllum*, *Melilotus officinalis* and *Populus alba* according to D.N. Tsyganov's scales.

Our analysis showed that many alien species can grow under a wide range of conditions, e.g. *Solidago canadensis*, *Melilotus officinalis* and *Artemisia dracunculus*. Meanwhile, *Sambucus racemosa*, *Populus alba*, *Aconitum napellus* and *Impatiens glandulifera* are the most demanding ones (Fig. 5).

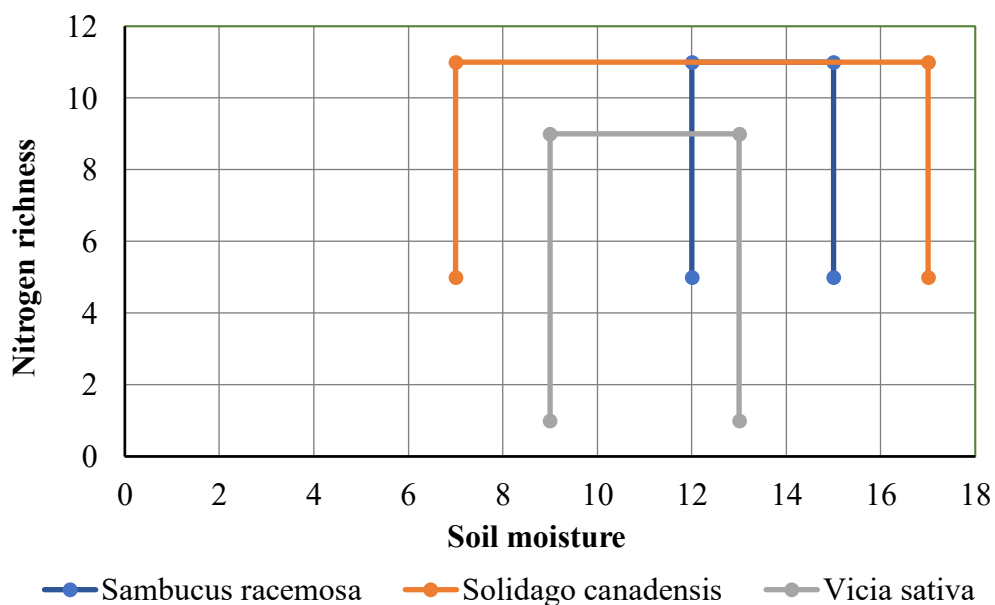


Fig. 5. Ecological ranges of *Sambucus racemosa*, *Erigeron canadensis* and *Vicia sativa* according to D.N. Tsyganov's scales.

Coenotic role of alien species. The distribution of such species in the study area occurs within the following types of plant communities: secondary forests (pine forests, coniferous-small-leaved and small-leaved forests), floodplain meadows, upland meadows and fallows, recovering clearings, roadsides and abandoned villages.

Pine forests with their ground cover dominated by cranberries, boreal dwarf shrubs and wavy hair-grass are distributed on sandy terraces above floodplain of the Ustya and Kokshenga rivers (Photo 1). They all are at different stages of pyrogenic and excisional successions. Presently, only *Lupinus polyphyllus* (Photo 2) can usually be found in those communities, with a constancy of 25%; it is worth noting that it was not recorded at all in pine forests in the 1990–2000s.



Photo 1. Pine forest in the valley of the Kokshenga River (photo by A.A. Chmykhov).



Photo 2. *Lupinus polyphyllus* (photo by A.A. Chmykhov).

Coniferous-small-leaved and small-leaved forests with the Finnish spruce hybrid, Scots pine, downy and silver birches, grey alder and aspen are widespread in the study territory. These are secondary forests forming in place of overgrowing fallows and clearings, with a diverse composition of undergrowth and ground cover. Among alien species, *L. polyphyllus* was recorded there, highly abundant in some places, with frequent findings of *Arctium tomentosum*, and single findings of *Sambucus racemosa*. In comparison with the geobotanical relevés of the 1990–2000s, *S. racemosa* was recorded there for the first time, and the persistence of *L. polyphyllus* increased from 5% to 30%.

Floodplain meadows in the valleys of the Ustya, Kokshenga and Zayachya rivers have 6 alien species that were found with noticeable constancy in the tall grass-meadowsweet and mixed herbs phytocenoses: *L. polyphyllus*, *Calystegia sepium*, *Arctium tomentosum*, *Pastinaca sativa*, *Melilotus officinalis* and *Heracleum sosnowskyi* (Photo 3).



Photo 3. *Heracleum sosnowskyi*
(photo by A.A. Chmykhov).



Photo 4. Overgrowing fallow land
(photo by A.A. Chmykhov).

Upland meadows and fallows are widespread in the study territory, covering former arable lands and pastures, flat interfluves and their slopes (Photo 4). They are heavily infested with alien species: for example, in some places the abundance of *L. polyphyllus* reaches 75% of projective cover, and the presence of *Galega orientalis* and *Cichorium intybus* has increased from 2-3% to 20-25%. *Erysimum cheiranthoides*, *Matricaria discoidea*, *Arctium tomentosum*, *Pastinaca sativa*, *Heracleum sosnowskyi* and *Armoracia rusticana* were also found here.

Communities of recovering clearings replacing recently cut pine and spruce forests have a highly diversified herbaceous-shrub layer, composed of boreal, marginal meadow and weed species. *Lupinus polyphyllus* and *Epilobium adenocaulon* are quite consistent and abundant there (Photo 5).

Abandoned villages left in the 1990s are quite common in the study area (Photo 6), overgrowing with layered plant communities. They are heavily infested with alien species, 5 such species being highly abundant according to our geobotanical records. In some villages, a tree stand of alien *Populus alba* has formed. The shrub layer includes *Caragana arborescens* with a projective cover of 10%, and *Spiraea media* with 5-15%. The herbaceous-shrub layer includes such common species as *L. polyphyllus* that occurs in 38% of communities. Additionally, we found *Heracleum sosnowskyi*. Unfortunately, it is impossible to analyze dynamics throughout a long period of time as we do not have any geobotanical records for these villages for the 1990s.

Field roadsides are ruderal groups of shrubs and herbaceous plants, often with the alien species among them, such as *Populus alba*, *Heracleum sosnowskyi*, *Galega orientalis*, *L. polyphyllus*, *Pastinaca sativa* and *Matricaria discoidea* (Photo 7).

The modern distribution of some alien species in different types of plant communities, as well as their distribution in the 1990-2000s is shown in Figure 6. The number of developed phytocenoses

grew due to pine forests, where *Lupinus polyphyllus* became quite frequent, while the number of species increased in floodplain meadows and decreased in other coenoses.



Photo 5. *Lupinus polyphyllus* in a clearing (photo by A.A. Chmykhov).

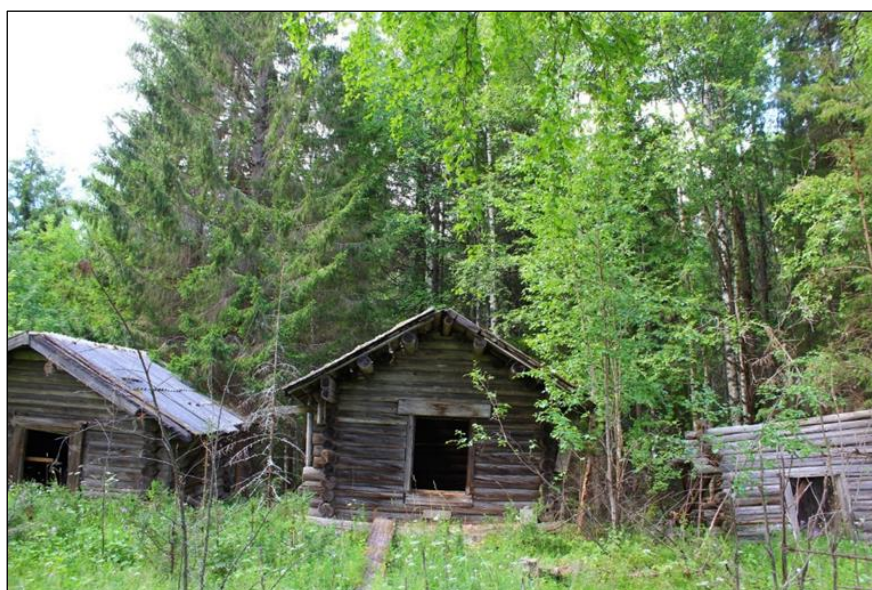


Photo 6. Abandoned village (photo by M.B. Stevanovich).



Photo 7. *Matricaria discoidea* DC on a field road (photo by A.A. Chmykhov).

The distribution of alien species populations differs in different landscape conditions. On the *Zayacheritsky key site* (Fig. 7) located in the landscape of moraine-erosion plain that has been actively developed for a long period, there is a wide distribution of almost all mentioned species. *Lupinus polyphyllus* is almost ubiquitous in every community type. *Heracleum sosnowskyi* is usually found in the Zayachya River valley, which can be explained by the presence of a cattle farm and roads, stretching though the fields along the valley edge. *Galega orientalis* is widespread in upland meadows, secondary forests and near field roads along them. *Cichorium intybus* is found along roadsides, as well as in upland meadows and fallows of the watersheds of small tributaries of the Zayachya River. *Matricaria discoidea* also grows along roadsides throughout the site, while *Melilotus officinalis* and *Epilobium adenocaulon* are less frequent. The highest number of alien species was observed in the center of the plot, especially at Research Station located on the site of a former settlement and school, where alien tree and shrub species were planted more than 70 years ago, so now *Populus alba*, *Spiraea media*, *Caragana arborescens* and *Sambucus racemosa* are abundant there. *H. sosnowskyi* and *L. polyphyllus* are also common in the area.

The *Chadromsky key site* of the Educational and Research Station (Fig. 8) is located 50 km north of the Zayacheritsky site, in the valley of the Ustya River. It is part of the landscape of large river valleys with ancient alluvial deposits, which are characterized by thick forest coverage and poor agricultural development, which slows down the penetration and naturalization of alien species. In this area, the Ustya River floodplain is the most overgrown with alien species. *Calystegia sepium* and *Arctium tomentosum* were recorded in its floodplain meadows; *L. polyphyllus* was found in clearings and margins of pine forests; *Matricaria discoidea* was found along a field road; while *Populus alba* is confined to an abandoned summer camp.

To assess the degree of alien species invasion in the study area by comparing it with other areas of the middle taiga of the Arkhangelsk Region, we collected data on floristic areas (Schmidt, 2005; Morozova, Tsarevskaya, 2010) for this subzone and calculated the share of alien species (Table 2).

According to the floristic zones of this region (Schmidt, 2005), there are 6 districts in the middle taiga: Kozhozersky, Severo-Dvinsky, Emetsky, Lachsky, Nyandomsky, and Vychegodsky (Fig. 9). The largest number of 112 alien species (16% of the floristic list) was recorded for the Kozhozersky district, which could be due to the proximity of the Northern Railroad, a rather good development of the territory and the proximity of the valley of the large Onega River (Schmidt, 2005).

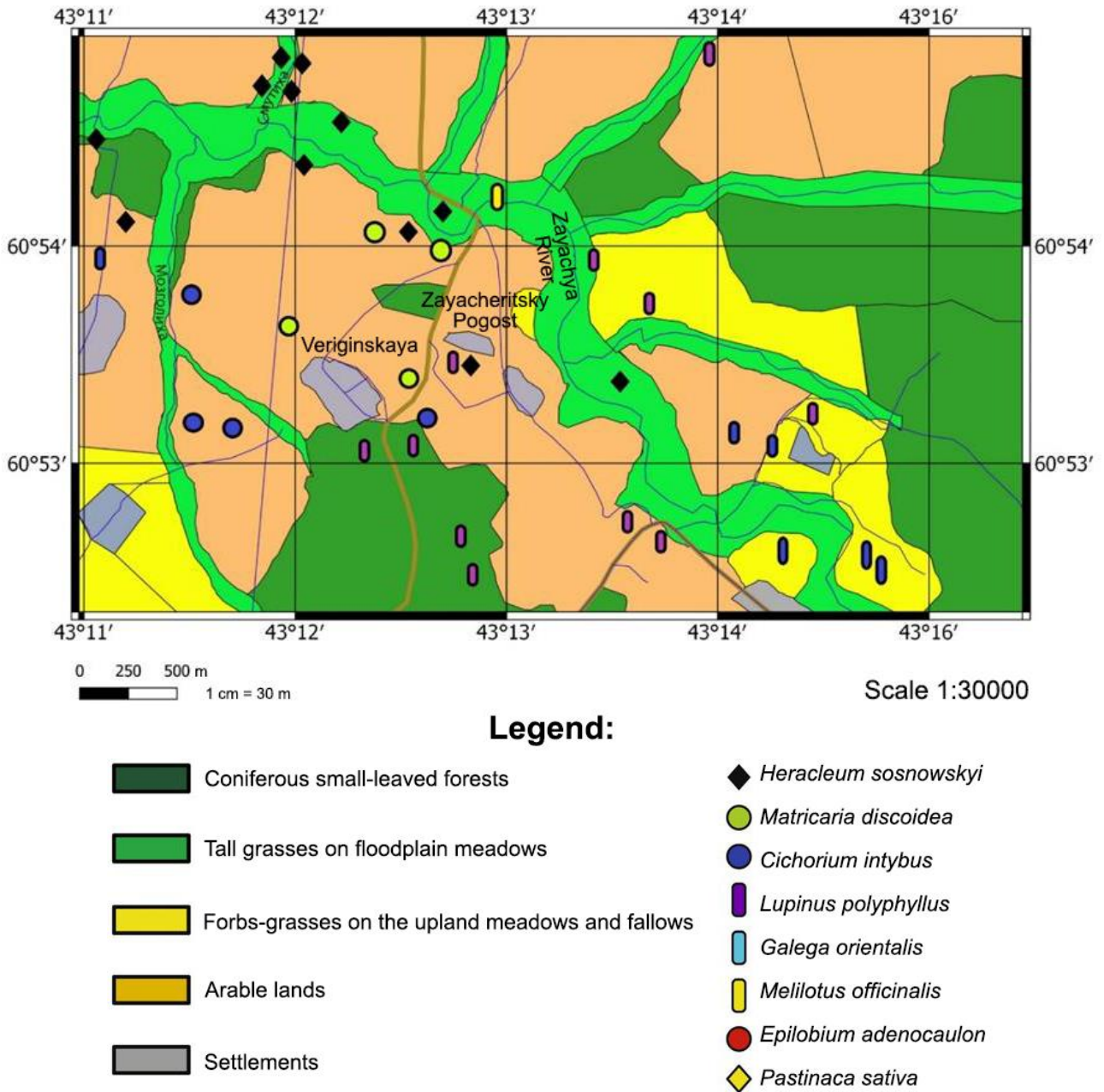


Fig. 6. Map of abundance of alien plant species within the territory of the Zayacheritsky key site of the Ustyansky Station.

The studied territory of the Ustyanskaya Educational and Research Station is located in the Nyandomsky floristic region, with 51 alien species which is 8% of the total flora of the region. The region has long been developed: in addition to a dense network of railroads and settlements, there are many agricultural lands and very intensive forest cutting, all of which determines active

invasion of alien species. According to our studies, 9% of alien species were found in the floristic list of the Ustyanskaya Station, which is consistent with the data collected on the Nyandomsky floristic region. A similar situation is observed in Emetsky floristic region, while in Vychegodsky and Lachsky regions the share of alien species is smaller, about 4%, with the lowest (1%) share observed in Severo-Dvinsky region (Table 2), which could be due to low density of settlements, railroad and roads and rather highly swamped area.

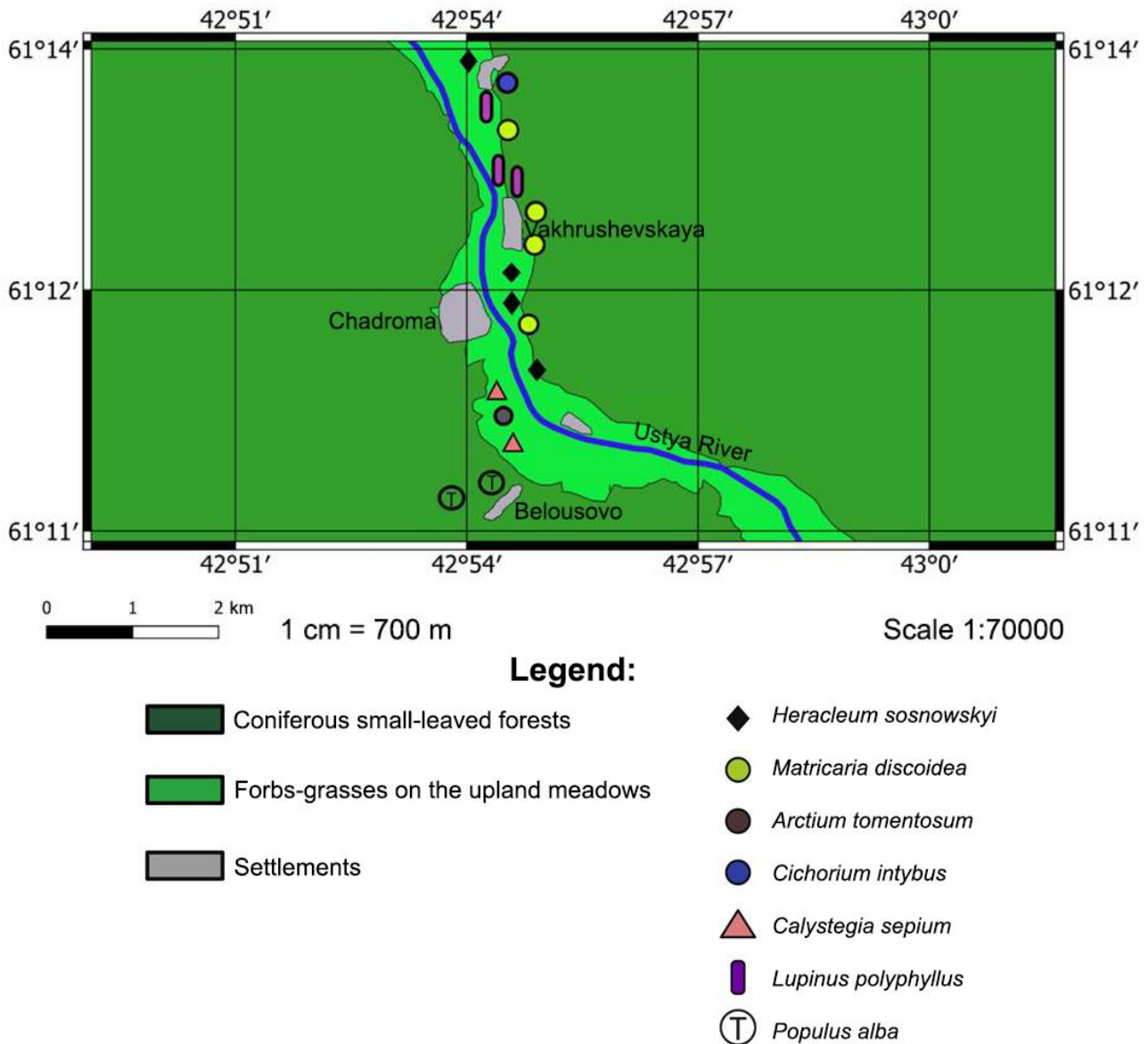


Fig. 7. Map of abundance of alien plant species within the territory of the Chadromsky key site of the Ustyansky Station.

Conclusions

The study of the composition and characteristics of alien species of vascular plants is very important and piques interest of many specialists, from ecologists and biologists to botanical geographers. Despite the large number of publications on this subject, vast regions of Russia, especially taiga regions, such as the Arkhangelsk Region, are barely covered by those studies. The research that we conducted in the Ustyanskaya Educational and Research Station of the

Geography Department of the M.V. Lomonosov Moscow State University allows us to make a contribution to the better understanding of invasive species in the central part of the European middle taiga and to draw some conclusions.

We identified 48 alien species in the study area, which is 9% of the floristic list of this region. The taxonomic spectrum of the alien flora is dominated by Asteraceae, Fabaceae and Brassicaceae.

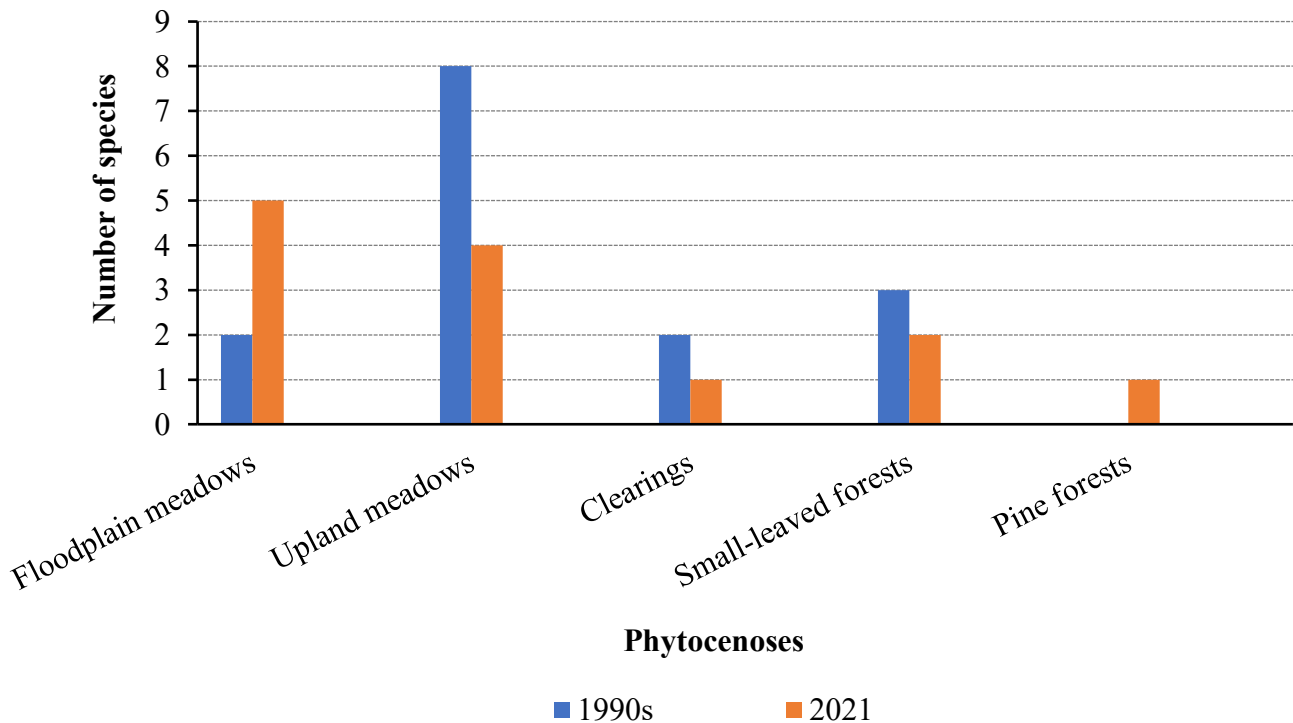


Fig. 8. Number of alien plant species in different phytocoenoses in the 1990s and 2021.

Table 2. Proportion of alien species in the flora of floristic regions of the middle taiga of the Arkhangelsk region (Schmidt, 2005; Morozova, Tsarevskaya, 2010).

Floristic region	Total number of vascular plant species	Number of alien species	Share of alien species, %
Kozhozersky	694	112	16
Emetsky	661	50	8
Severo-Dvinsky	672	8	1
Lachsky	592	22	4
Nyandomsky	631	51	8
Vychegodsky	618	25	4

About half of these species are widespread, and their natural range covers several continents, with 23% of the species sourcing from North America and 20% sourcing from Asia.

The characteristics of alien species that were identified using the ecological scales are mainly mesophytic and rather demanding to soil richness, which determines their role in the vegetation cover of the middle taiga. They can easily spread in natural communities of floodplain meadows

and upland meadows, fallow lands, and secondary forests. The residential areas and roadsides also create favorable conditions for the spread of alien species and their invasion into new areas.

The analysis of the coenotic role of alien species revealed that most of them were inactive and, therefore, were introduced to this territory intentionally. Out of the total 48 alien species of the territory, only 15 had entered into natural communities. According to the Black Data Books, only 2 species (*Heracleum sosnowskyi* and *Lupinus polyphyllus*) act as transformer species that change natural communities.

The distribution of alien species in rather severe biological and climate conditions of the middle taiga is possible due to the migration paths along the valleys of large rivers, railroads that compose a developed network, and due to a highly developed agriculture in Nyandomsky, Emetsky, and Kozhozersky floristic regions.

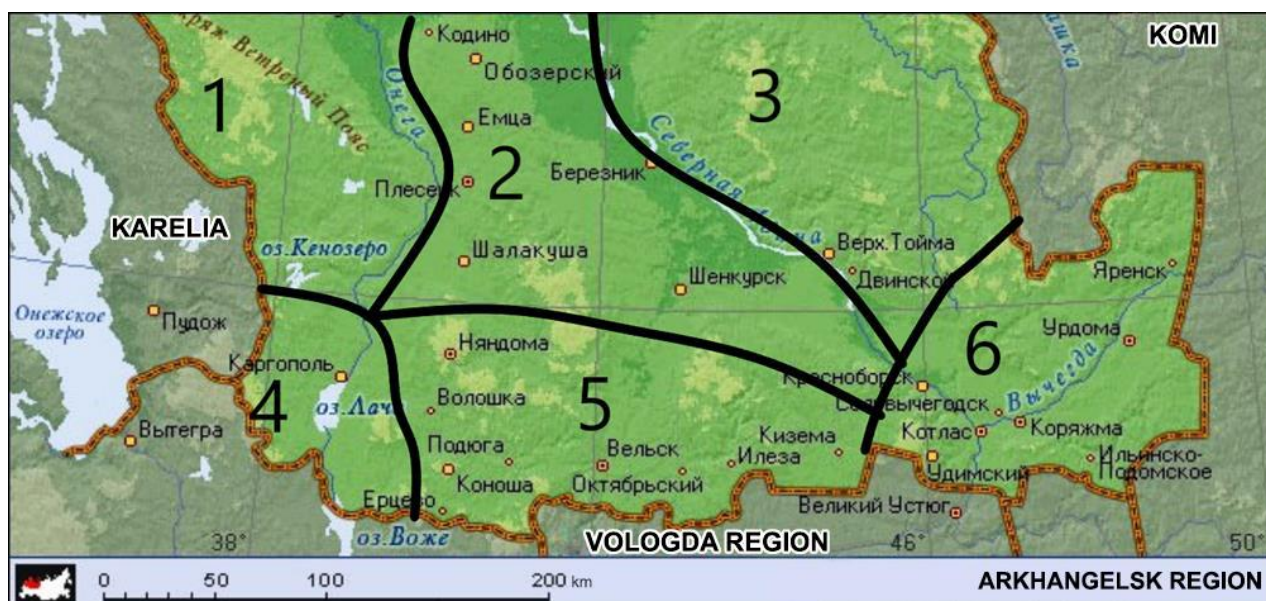


Fig. 9. Floristic zones of middle taiga in the Arkhangelsk Region (Schmidt, 2005). *Legend:* 1 – Kozhozersky, 2 – Emetsky, 3 – Severo-Dvinsky, 4 – Lachsky, 5 – Nyandomsky, 6 – Vychegodsky.

At the local level, our study shows that the foci of alien species distribution are livestock farms, tree and shrub plantings in settlements, especially near schools and dirt roads, where the concentration and diversity of these species was found to be at their maximum.

In recent years, the influence of alien species in the study region has increased, and they have a negative effect on local flora and vegetation, transforming natural ecosystems. If these studies are continued, it will allow us to clarify and possibly to expand the knowledge on composition of alien species, because a greater coverage of different types of communities and habitats will be available. It will also help to track changes in the coenotic role of those alien species and to identify potentially dangerous ones.

Funding. The work was carried out as part of the state task No. 121051100137-4 of the research topic “Spatial and temporal organization of ecosystems under conditions of environmental changes”.

REFERENCES

1. Akatov VV, Akatova TV, Zagurnaya YuS, Shadzhe

REFERENCES

1. Акатов В.В., Акатова Т.В.,

- АЕ. Invasibility of plant communities: forecast based on cenotic parameters [Invazibel'nost' rastitel'nykh soobshchestv: prognoz na osnove tsenoticheskikh parametrov] *New Technologies [Novyye tekhnologii]*. 2009;3:25-33.
2. Database "Flora of Vascular Plants of Central Russia" [*Baza dannykh "Flora sosudistyykh rasteniy Tsentral'noy Rossii"*]. 2004, Available at <https://www.impb.ru/eco/> (Date of Access 15/08/2023).
 3. Baranova OG, Shcherbakov AV, Senator SA, Panasenko NN, Sagalaev VA, Saksonov SV. Basic terms and concepts used in the study of alien and synanthropic flora [*Osnovnyye terminy i ponyatiya, ispol'zuyemye pri izuchenii chuzherodnoy i sinantropnoy flory*] *Phytodiversity of Eastern Europe [Fitoraznoobrazie Vostochnoy Yevropy]*. Samara: Izd-vo RAN, 2018;4:4-22.
 4. Berezutsky MA. Anthropogenic transformation of flora [Antropogennaya transformatsiya flory] *Botanical Journal of the Russian Academy of Sciences*. 2009;84:9-19.
 5. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Notov AA. Black Data Book of flora of the Tver region: alien plant species in the ecosystems of the Tver Region [*Chernaya kniga flory Tverskoy oblasti: chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Tverskogo regiona*]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2011:279.
 6. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Khorun LV. Black Data Book of the flora of Central Russia: alien plant species in the ecosystems of Central Russia [*Chernaya kniga flory Sredney Rossii: chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii*]. Moscow: GEOS, 2010:512.
 7. Gorbunova IA, Emelyanova LG, Leonova NB. Educational soil-biogeographic practice in the middle taiga [*Uchebnaya pochvenno-biogeograficheskaya praktika v sredney tayge*]. Moscow: APR, 2014:156.
 8. Gusev II, Nevolin OA, Tretyakov SV. Forests and forest cover in the Arkhangelsk region [Lesa i lesistost' Arkhangel'skoy oblasti] *Forest Journal [Lesnoy zhurnal]*. 1994;3:10-17.
 9. Eremeeva EA, Leonova NB. Dynamics of the species composition of vascular plants located near the northern boundaries of habitats in the south of the Arkhangelsk region [Dinamika vidovogo sostava sosudistyykh rasteniy, nakhodyashchikhsya vblizi severnykh granits arealov na yuge Arkhangel'skoy oblasti] *Problems of Regional Ecology [Problemy regional'noy ekologii]*. 2022;1:60-66.
 - Загурная Ю.С., Шадже А.Е. 2009. Инвазибельность растительных сообществ: прогноз на основе ценоотических параметров // Новые технологии. Т. 3. С. 25-33.
 2. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России». 2004 [Электронный ресурс: <https://www.impb.ru/eco/> (дата обращения 15.08.2023)].
 3. Баранова О.Г., Щербиков А.В., Сенатор С.А., Панасенко Н.Н., Сагалаев В.А., Саксонов С.В. 2018. Основные термины и понятия, используемые при изучении чужеродной и синантропной флоры // Фиторазнообразии Восточной Европы. Самара: Изд-во РАН. № 4. С. 4-22.
 4. Березуцкий М.А. 2009. Антропогенная трансформация флоры // Ботанический журнал РАН. Т. 84. С. 9-19.
 5. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. 2011. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Тов-во научных изданий КМК. 279 с.
 6. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. 2010. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС. 512 с.
 7. Горбунова И.А., Емельянова Л.Г., Леонова Н.Б. 2014. Учебная почвенно-биогеографическая практика в средней тайге. М.: АПР. 156 с.
 8. Гусев И.И., Неволин О.А., Третьяков С.В. 1994. Леса и лесистость Архангельской области // Лесной журнал. № 3. С. 10-17.
 9. Еремеева Е.А., Леонова Н.Б. 2022. Динамика видового состава сосудистых растений, находящихся вблизи северных границ ареалов на юге Архангельской области // Проблемы региональной экологии. № 1. С. 60-66.
 10. Конвенция о биологическом

10. The convention on biological diversity [*Konventsiya o biologicheskoy raznoobrazii*]. 1993, Available at <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-ru-web.pdf> (Date of Access 09/10/2023).
11. Konovalova IS, Babich IA, Marich SN. Phytocenotic significance of weeds in forest nurseries [Fitotsenoticheskaya znachimost' sornykh rasteniy lesnykh pitomnikov] *Bulletin of Northern (Arctic) Federal University [Vestnik SAFU]*. 2013;2:232-237.
12. Methods for studying forest communities [*Metody izucheniya lesnykh soobshchestv*] / eds. V.T. Yarmishko, I.V. Lyanguzova. Saint-Petersburg: NIIKhimii SPbGU, 2002:240.
13. Mishurov VP, Volkova GA, Portnyagina NV. Introduction of useful plants in the middle taiga subzone of the Komi Republic [Introduktsiya poleznykh rasteniy v podzone sredney taygi Respubliki Komi] *Results of the work of the Botanical Garden for 50 years [Itogi raboty Botanicheskogo sada za 50 let]*. Saint-Petersburg: Nauka, 1999;1:216.
14. Morozova OV, Tsarevskaya NG. Participation of alien species of vascular plants in nature reserves of European Russia [Uchastiye chuzherodnykh vidov sosudistykh rasteniy v zapovednikakh Yevropeyskoy Rossii] *News of the Russian Academy of Sciences [Izvestiya RAN] Geographical Series [Seriya geograficheskaya]*. 2010;4:81-89.
15. Notov AA, Notov VA. Main directions of studying the genesis of the adventitious component of floras [Osnovnyye napravleniya izucheniya genezisa adventivnogo komponenta flor] *Bulletin of the Botanical Garden of Tver State University [Vestnik TvGU]*. 2009;14:127-142.
16. Pan-European biological and landscape diversity strategy [*Pan-Yevropeyskaya strategiya sokhraneniya biologicheskogo i landshaftnogo raznoobraziya*]. 1995, Available at <http://www.biodat.ru/vart/hunt/texts/strategy.htm> (Date of Access 21/05/2023).
17. Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online atlas and plant guide. 2023, Available at <https://www.plantarium.ru/lang/en.html> (Date of Access 10/12/2022).
18. Reshetnikova NM, Mayorov SR, Krylov AV. Black Data Book of the Kaluga Region [*Chernaya kniga Kaluzhskoy oblasti*] *Vascular plants [Sosudistyye rasteniya]*. Kaluga: ООО "Vash Dom", 2019:342.
19. Tishkov AA. Environmental consequences of разнообразия. 1993 [Электронный ресурс <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-ru-web.pdf> (дата обращения 10.09.2023)].
11. Коновалова И.С., Бабич И.А., Марич С.Н. 2013. Фитоценотическая значимость сорных растений лесных питомников // Вестник САФУ. № 2. С. 232-237.
12. Методы изучения лесных сообществ. 2002 / Ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. СПб.: НИИХимии СПбГУ. 240с.
13. Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. 1999. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. Итоги работы Ботанического сада за 50 лет. Т. 1. СПб.: Наука. 216 с.
14. Морозова О.В., Царевская Н.Г. 2010. Участие чужеродных видов сосудистых растений в заповедниках Европейской России // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 81-89.
15. Нотов А.А., Нотов В.А. 2009. Основные направления изучения генезиса адвентивного компонента флор // Вестник ТвГУ. Вып. 14. С. 127-142.
16. Пан-Европейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. 1995 [Электронный ресурс <http://www.biodat.ru/vart/hunt/texts/strategy.htm> (дата обращения: 21.05.2023)].
17. Плантариум. 2023. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений [Электронный ресурс <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения 10.12.2022)].
18. Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Крылов А.В. 2019. Черная книга Калужской области. Сосудистые растения. Калуга: ООО «Ваш Домъ». 342 с.
19. Тишков А.А. 2005. Экологические

- Russia's accession to the World Trade Organization (WTO) [*Ekologicheskkiye posledstviya vstupleniya Rossii vo Vsemirnyuyu trgovuyu organizatsiyu (VTO)*]. 2005, Available at <http://trade.ecoaccord.org/docs/tishkov.htm> (Date of Access 10/02/2023).
20. Tolmachev AI. Introduction to geography of plants [*Vvedeniye v geografiyu rasteniy*]. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 1974:244.
 21. Flora and fauna of the middle taiga of the Arkhangelsk region (between the Ustyia and Kokshenga rivers) [*Flora i fauna sredney taygi Arkhangel'skoy oblasti (mezhdurech'ye Ust'i i Kokshen'gi)*]. Moscow: Geograficheskiy fakul'tet MGU, 2003:70.
 22. Flora of the North-East of the European part of the USSR [*Flora Severo-Vostoka Yevropeyskoy chasti SSSR*]. Leningrad: Nauka, 1974;1:2;2:314;3:292;4:310.
 23. Khoroshev AV. Landscape structure of the Zayachya basin (Vazhsko-Severodvinsk interfluve, Arkhangelsk region) [*Landshaftnaya struktura basseyna r. Zayachya (Vazhsko-Severodvinskoye mezhdurech'ye, Arkhangel'skaya oblast')*]. Moscow: MGU, 2005:155.
 24. Khorun LV, Kazakova MV. Floristic composition and naturalization of adventive species of flora of the Ryazan region [Floristicheskiy sostav i naturalizatsiya adventivnykh vidov flory Ryazanskoy oblasti] *Bulletin of the Udmurt University* [*Vestnik Udmurtskogo universiteta*]. 2013;2:43-48.
 25. Tsyganov DN. Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests [*Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov*]. Moscow: Nauka, 1983:196.
 26. Black Data Book of the Flora of Siberia [*Chernaya Kniga flory Sibiri*] / eds. Yu.K. Vinogradova, A.N. Kupriyanov. Novosibirsk: Geo, 2016:440.
 27. Alien species on the territory of Russia [*Chuzherodnyye vidy na territorii Rossii*]. 2010, Available at <http://www.sevin.ru/invasive/> (Date of Access 15/01/2023).
 28. Schmidt VM. Flora of the Arkhangelsk region [*Flora Arkhangel'skoy oblasti*]. Saint-Petersburg: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2005:345.
 29. Elton CS. Ecology of animal and plant invasions [*Ekologiya nashestviy zhivotnykh i rasteniy*]. Moscow: Izd-vo inostrannoy literatury, 1960:231.
 30. Brown R, Peet R. Diversity and Invasibility of Southern Appalachian Plant Communities. *Ecology*. 1963. No. 1. P. 32-39.
 - последствия вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) [Электронный ресурс <http://trade.ecoaccord.org/docs/tishkov.htm> (дата обращения 10.02.2023)].
 20. Толмачев А.И. 1974. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинградского университета. 244 с.
 21. Флора и фауна средней тайги Архангельской области (междуречье Устья и Кокшеньги). 2003. М.: Географический факультет МГУ. 70 с.
 22. Флора Северо-Востока Европейской части СССР. В 4 т. 1974. Л.: Наука. Т. 1. 272 с.; Т. 2. 314 с.; Т. 3. 292 с.; Т. 4. 310 с.
 23. Хорошев А.В. 2005. Ландшафтная структура бассейна р. Заячья (Важско-Северодвинское междуречье, Архангельская область). М: МГУ. 155 с.
 24. Хорун Л.В., Казакова М.В. 2013. Флористический состав и натурализация адвентивных видов флоры Рязанской области // Вестник Удмуртского университета. № 2. С. 43-48.
 25. Цыганов Д.Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука. 196 с.
 26. Черная Книга флоры Сибири. 2016 / Ред. Ю.К. Виноградова, А.Н. Куприянов. Новосибирск: Гео. 440 с.
 27. Чужеродные виды на территории России. 2010 [Электронный ресурс <http://www.sevin.ru/invasive/> (дата обращения 15.01.2023)].
 28. Шмидт В.М. 2005. Флора Архангельской области. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского университета. 345 с.
 29. Элтон Ч.С. 1960. Экология нашествий животных и растений. М.: Изд-во иностранной литературы. 231 с.
 30. Brown R., Peet R. 2003. Diversity and Invasibility of Southern Appalachian Plant Communities // *Ecology*. Vol. 84. No. 1. P. 32-39.

- 2003;84(1):32-39.
31. Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions*. 2000;6:93-107.
31. Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. 2000. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions // *Diversity and Distributions*. No. 6. P. 93-107.

УДК 574.91/581.91

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ФИТОЦЕНОЗАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ*

© 2023 г. А.А. Чмыхов, Н.Б. Леонова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет*

Россия, 119899, г. Москва, Воробьевы горы, ГСП-1. E-mail: nbleonova2@gmail.com

Поступила в редакцию 15.08.2023. После доработки 30.08.2023. Принята к публикации 01.09.2023.

В статье рассмотрена актуальная проблема распространения чужеродных видов в растительном покрове среднетаежной территории Архангельской области, до настоящего времени не исследованной подробно в этом отношении. Используются данные многолетних биогеографических исследований на Устьянской учебно-научной станции географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в Архангельской области и собственные полевые материалы, собранные в 2019-2022 гг. Выявлен состав чужеродных видов растений, произрастающих на территории исследования, проанализированы их таксономическая принадлежность и эколого-географические характеристики. Используются традиционные методы полевого ботанико-географического обследования и камеральной обработки материалов с привлечением широкого круга научных публикаций по оценке роли чужеродных видов в сообществах, проведен анализ экологических ареалов видов на основе экологических шкал Д.Н. Цыганова, составлены карты массового произрастания наиболее распространенных чужеродных видов на ключевых участках территории. Проведенное исследование выявило, что чужеродные растения в растительном покрове средней тайги Архангельской области в настоящее время составляют около 9% флористического списка, при этом большая их часть занесена на территорию преднамеренно – в ходе сельскохозяйственного природопользования. В таксономическом спектре чужеродных видов преобладают представители семейств Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae, преимущественно выходцы из Северной Америки и Азии. В ценогическом отношении они распространяются главным образом в сообществах пойменных и суходольных лугов и залежей, во вторичных лесах, а также в антропогенных ценозах в пределах селитебных территорий и вдоль дорог. Показано, что в среднетаежных районах области значимая доля чужеродных видов во флоре обусловлена наличием долин крупных рек, развитой сетью железных дорог и степенью сельскохозяйственной освоенности.

Ключевые слова: чужеродные виды растений, таксономический состав, эколого-ценогический состав, географические элементы, экологические шкалы, растительные сообщества.

Финансирование. Работа выполнена в рамках госзадания № 121051100137-4 темы НИР «Пространственно-временная организация экосистем в условиях изменений окружающей среды».

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-28-48

EDN: MUTZCE

══════════ СОСТОЯНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ ══════════
И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 633.11

**АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ
СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ
ПО РЯДУ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА**

© 2023 г. Л.Н. Мищенко, М.В. Терехин, Н.М. Терехин

*Дальневосточный государственный аграрный университет
Россия, 675002, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86*

E-mail: laridass2@mail.ru, rohan.1994@mail.ru

Поступила в редакцию 15.08.2023. После доработки 29.08.2023. Принята к публикации 30.08.2023.

В статье представлены результаты сравнительного анализа качества зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы амурской селекции – ДальГАУ 3 (районирован в 2021 г.) и ДальГАУ 4 (передан в государственное сортоиспытание в 2022 г.) с ранее районированными сортами по Дальневосточному региону местными сортами Амурская 75, Амурская 1495 и ДальГАУ 1. Закладка питомников производилась по стандартной схеме в севообороте лаборатории селекции зерновых культур. Новые сорта ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 лучше ранее районированных по стекловидности, натурной массе, количеству клейковины и числу падения. Сорт ДальГАУ 3 является наиболее крупнозерным из изученных сортов. Новые сорта обладают более высокой компенсаторной способностью и стрессоустойчивостью по ряду параметров по сравнению с сортами Амурская 75, Амурская 1495 и ДальГАУ 1.

Ключевые слова: сорт, масса 1000 зерен, натура, стекловидность, клейковина, альфа-амилаза, число падения, селекция, гибриды, районирование.

EDN: 10.24412/2542-2006-2023-3-49-59

DOI: RBUOBE

Урожайность и качество зерна пшеницы зависят от многих факторов, которые сводятся к 3 группам: генотип (сорт), почвенно-климатические условия, технология производства. Для получения высококачественного зерна необходимо оптимизировать уровень этих взаимосвязанных групп факторов. Особое значение в повышении и стабильности урожайности и качества зерна имеет создание и использование высокопродуктивных экологически пластичных сортов (Новохатин и др., 2022).

Наряду с урожайностью большое значение для сельскохозяйственного производства имеет качество производимого зерна (Кузьмин, 2021). Высококачественное зерно имеет большую стоимость, может использоваться на пищевые цели, а его семена имеют более высокие посевные качества. На свойства производимого зерна оказывают влияние как генетические особенности сорта, так и агротехнические и климатические условия его выращивания.

Погодные условия Амурской области могут резко различаться в разные годы и по количеству тепла, и по количеству осадков. Для условий нашего региона нужны сорта, обладающие не только потенциально высокой урожайностью и хорошим качеством зерна, но и высокой экологической пластичностью, определяющей способность нивелировать отрицательные факторы внешней среды в процессе выращивания, обладать высокой стрессоустойчивостью по основным, наиболее важным технологическим показателям качества (Мищенко, 2022; Терехин, 2021; Guttieri, 2001).

Большое значение приобретают адаптивные сорта с повышенной экологической пластичностью, обладающие способностью более эффективно использовать

биоклиматические ресурсы в экстенсивных условиях их выращивания (Eberhart, 1966; Барковская, 2023). Районированные сорта должны сочетать в себе высокую урожайность и повышенную экологическую пластичность.

Определение экологической пластичности проводится в разных регионах России в целом по урожайности, элементам продуктивности растений и по отдельным показателям качества зерна (Малокостова, 2019; Исмагилов, 2022; Сагендыкова, 2021).

Цель и задачи данного исследования – изучить и сравнить адаптационные свойства сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ по технологическим качествам зерна. Выявить преимущества нового сорта ДальГАУ 4, который находится с 2022 года на государственном сортоиспытании.

Объект и методы

Посев сортов проводился на опытных полях Дальневосточного государственного аграрного университета (ГАУ) в с. Грибское Амурской области. Площадь учетных делянок – 10 м². Посев производился сеялкой СКС-6а, уборка – комбайном Сампо-130 (фото 1, 2). Проведено изучение адаптационных свойств технологических качеств зерна у сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ с 2020 по 2022 гг. В качестве стандарта использован сорт ДальГАУ 3.



Фото 1. Уборка селекционных питомников комбайном Сампо-130 (фото Н.М.Терехина).
Photo 1. Harvesting at the selection nurseries with a Sampo-130 harvester (photo by N.M. Terekhin).



Фото 2. Снопы питомника малого отбора (фото Н.М. Терехина).
Photo 2. Haystacks at the small selection nursery (photo by N.M. Terekhin).

Погодные условия в годы закладки опытов существенно различались. Наиболее благоприятным был 2022 год с умеренным количеством осадков с мая по июль (256 мм). Большое количество осадков за этот же период 2020 года (384 мм) привело к ухудшению качества зерна. В 2021 году с мая по июнь выпало умеренное количество осадков, однако в июле в период налива зерна обильные дожди (160 мм) значительно снизили качество полученного урожая. Избыточное количество осадков в период созревания и уборки яровой пшеницы является одной из главных проблем Амурской области. Одним из направлений селекции в нашем регионе было создание скороспелых сортов. Однако в последние 20-30 лет климат существенно изменился. Если в конце XX века количество осадков в июне – начале июля было незначительным, а в некоторые годы в июне могло составлять всего 0-15 мм, то в настоящее время обильные дожди могут выпадать весь вегетационный период, что заставляет искать новые направления в селекции зерновых в Амурской области (фото 3).

Экспериментальная часть. За последние 5 лет в систему Государственного сортоиспытания были переданы два новых сорта селекции Дальневосточного ГАУ. Сорт ДальГАУ 3 успешно районирован в 2020 году и определен стандартом на государственных сортоучастках. Новый сорт ДальГАУ 4 с 2022 года проходит государственное сортоиспытание. Изучены показатели качества новых сортов в сравнении с районированными ранее – Амурская 75, Амурская 1495 и ДальГАУ 1 – за 3 последних года по пяти наиболее существенным показателям качества: стекловидность, натурная масса, масса 1000 зерен, клейковина, число падения.



Фото 3. Цветение пшеницы (фото Н.М. Терехина).
Photo 3. Flowering wheat (photo by N.M. Terekhin).

Результаты и обсуждение

Стекловидность зерна является параметром, определяемым ГОСТом для ценных и сильных сортов пшеницы. Стекловидность определяется способностью зерен пропускать свет. Зерна могут быть как прозрачные целиком (стекловидные), так и отдельными участками (желтобочки). Если зерно плохо пропускает свет или вовсе является непрозрачным, то оно называется мучнистым. Стекловидность измеряется в процентах. Чем большую часть зерна занимает прозрачная, стекловидная зона, тем выше стекловидность. Чем выше стекловидность, тем выше качество зерна. По данным некоторых авторов (Курдина, 1981), стекловидность положительно коррелирует с натурой, количеством белка, клейковины и ее качеством. Из таблицы 1 видно, что данный признак выше у новых сортов, чем у ранее районированных, как в благоприятные, так и в неблагоприятные годы, а также по средним за 3 года исследований. Новые сорта ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 (фото 4, 5) имели показатель стекловидности зерна в два раза выше, чем районированные в прошлом веке. Ежегодно параметрам сильных пшениц соответствовал сорт ДальГАУ 3 со стекловидностью 60% и более. В благоприятные годы стекловидность зерна сортов ДальГАУ 1 и Амурская 1495 достигала значений, характерных для ценных сортов (50% и более), а у сорта ДальГАУ 4 она составляла 93%.

Таблица 1. Стекловидность сортов яровой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ и некоторые параметры их адаптивности (%). **Table 1.** Vitreousness of spring wheat varieties of the Far Eastern State Agrarian University selection and their adaptability parameters (%).

Сорт	Год районирования	Min	Max	Средняя	Компенсаторная способность	Стрессоустойчивость
Амурская 75	1964	10	46	30.7	28.0	-36
Амурская 1495	1998	18	49	37.0	33.5	-31
ДальГАУ 1	2005	12	54	37.0	33.0	-42
ДальГАУ 3 стандарт	2020	59	88	76.0	73.5	-29
ДальГАУ 4	–	47	93	75.7	70.0	-46

Компенсаторная способность новых сортов ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 выше, чем у ранее районированных. Сложные погодно-климатические условия Амурской области требуют создания собственных сортов, максимально приспособленных к местным реалиям. Это средний показатель за два года – самый благоприятный и самый неблагоприятный год. Чем больше значение данного показателя, тем выше соответствие между генотипом сорта и факторами среды.

Лучшей стрессоустойчивостью по стекловидности зерна обладал сорт ДальГАУ 3, в то время как ДальГАУ 4 уступал остальным сортам. Стрессоустойчивость определяется разницей между значением показателя в самом благоприятном и самом неблагоприятном году, поэтому имеет отрицательное значение. Чем меньше ее значение, тем меньшее влияние оказывают внешние условия на его величину, а значит выше стрессоустойчивость сорта. Данный показатель чрезвычайно важен в условиях Амурской области, вегетационные условия которой могут значительно изменяться в разные годы.



Фото 4. Колосья сорта ДальГАУ 4 (фото Н.М. Терехина).
Photo 4. Spikes of DalGAU 4 wheat (photo by N.M. Terekhin).



Фото 5. Зерно сорта ДальГАУ 4 (фото Н.М. Терехина).
Photo 5. Grains of DalGAU 4 wheat (photo by N.M. Terekhin).

Натурная масса зерна является одним из основных показателей качества зерна пшеницы и определяется взвешиванием 1 литра зерна. Чем больше вес отмеренного объема зерна, тем выше его плотность, выполненность и в конечном итоге лучше качество. Согласно ГОСТу 10840-2017 «Метод определения натуры» (2019), зерно соответствует сильным пшеницам при показателе свыше 750 г/л, ценным – более 730 г/л. Новые сорта показали более высокое качество по данному признаку, чем ранее районированные. Особенно сильны различия между ними в неблагоприятном году, когда два новых сорта по натуре соответствовали ценным пшеницам, а ранее районированные имели более низкие показатели (табл. 2). В благоприятном году натурная масса ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 была выше 800 г/л, что соответствовало требованиям к сильным пшеницам, тогда как ранее районированные не соответствовали даже ценным.

Компенсаторная способность новых сортов так же была выше. Лучшей стрессоустойчивостью обладал старый сорт – Амурская 75. Новые сорта имели стрессоустойчивость выше, чем у Амурской 1495 и ДальГАУ 1, но ниже, чем у Амурской 75.

Крупность зерна является важным свойством для его переработки. Такое зерно более выгодно при производстве муки, а перерабатывающая промышленность отдает предпочтение именно сортам с крупным зерном. Сорта амурской селекции имели массу 1000 зерен от 24.2 г в неблагоприятном 2020 году до 33.7 г в 2022 году (табл. 3). Наиболее крупнозерным является сорт ДальГАУ 3, со средней массой 1000 зерен – 30.4 г. Наиболее мелкое зерно (22.3 г) в среднем за три года было у сорта ДальГАУ 4. Лучшая стрессоустойчивость отмечена у ДальГАУ 4, тогда как ДальГАУ 3 показал меньшую стрессоустойчивость при наибольшей компенсаторной способности.

Таблица 2. Натурная масса зерна сортов яровой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ и некоторые параметры их адаптивности (г/л). **Table 2.** Natural grain weight of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (g/l).

Сорт	Min	Max	Средняя	Компенсаторная способность	Стрессоустойчивость
Амурская 75	670	715	695.0	692.5	-45
Амурская 1495	610	725	673.3	667.5	-115
ДальГАУ 1	610	740	683.3	675	-130
ДальГАУ 3 стандарт	740	810	786.7	775	-70
ДальГАУ 4	730	805	775.0	767.5	-75

При районировании сортов следует учитывать частоту и стабильность формирования ими высококачественного зерна. Основные характеристики технологических достоинств зерна яровой мягкой пшеницы, по которым должна оцениваться адаптивность, – это содержание и качество клейковины, – критерии, прописанные в ГОСТ Р54478-2011 (2013; Новохатин и др., 2022).

Показатель количества клейковины в зерне является чрезвычайно важным, поскольку он имеет прямую корреляцию с содержанием белка в зерне. Новые сорта ежегодно можно было отнести к ценным по данному признаку (25% и более), а ДальГАУ 4 в благоприятный год соответствовал по количеству клейковины сильным сортам (28% и более). Наиболее старый сорт Амурская 75 в неблагоприятный год резко снижал количество клейковины, в благоприятные годы ее количество соответствовала сильным сортам и даже превышало показатели новых сортов яровой пшеницы (табл. 4). Наибольшей компенсаторной

способностью обладает сорт ДальГАУ 4 при достаточно хорошей стрессоустойчивости. Минимальная стрессоустойчивость отмечена у сорта Амурская 75, у которого количество клейковины в зерне значительно меняется год от года в зависимости от погодных условий.

Таблица 3. Масса 1000 зерен сортов яровой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ и некоторые параметры их адаптивности (г). **Table 3.** Weight of 1000 grains of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (g).

Сорт	Min	Max	Средняя	Компенсаторная способность	Стрессоустойчивость
Амурская 75	25.4	29.3	27.0	27.4	-3.9
Амурская 1495	24.6	31.2	27.0	27.9	-6.6
ДальГАУ 1	24.2	30.3	26.9	27.3	-6.1
ДальГАУ 3 стандарт	27.4	33.7	30.4	30.6	-6.3
ДальГАУ 4	25.4	27.3	22.3	26.4	-1.9

Таблица 4. Количество клейковины в зерне сортов яровой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ и некоторые параметры их адаптивности (%). **Table 4.** The amount of gluten in the grain of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (%).

Сорт	Min	Max	Средняя	Компенсаторная способность	Стрессоустойчивость
Амурская 75	23	36	30.3	29.5	-13
Амурская 1495	20	26	23.3	23.0	-6
ДальГАУ 1	14	16	15.0	15.0	-2
ДальГАУ 3 стандарт	25	31	27.7	28.0	-6
ДальГАУ 4	29	33	31.3	31.0	-4

Число падения характеризует активность альфа-амилазы в зерне и оказывает большое влияние на качество выпекаемого хлеба. Альфа-амилаза является ферментом, расщепляющим крахмал до моносахаров. Нежелательны, как слишком низкая активность фермента, при которой расщепление крахмала происходит медленно, так и слишком высокая, при которой идет быстрый распад крахмала. Оптимальным показателем является интервал 250 секунд, за который происходит падение пуансона в исследуемом образце. Из таблицы 5 видно, что старые сорта характеризуются большей активностью этого фермента, который в неблагоприятном 2020 году существенно снижает качество зерна по этому параметру. Новые сорта ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 ближе к оптимальному значению, чем старые, ранее районированные. Компенсаторные возможности новых сортов выше, чем у старых. В то же время стрессоустойчивость их несколько ниже, чем у ранее районированных.

Таблица 5. Число падения сортов яровой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ и некоторые параметры их адаптивности (сек). **Table 5.** Falling number of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (sec).

Сорт	Min	Max	Средняя	Компенсаторная способность	Стрессоустойчивость
Амурская 75	98	298	191.3	198.0	-200
Амурская 1495	61	210	111.7	135.5	-149
ДальГАУ 1	62	258	128.0	160.0	-196
ДальГАУ 3 стандарт	105	336	211.1	220.5	-231
ДальГАУ 4	138	397	242.0	267.5	-259

Выводы

1. Новые сорта яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 лучше районированных ранее по стекловидности, натурной массе, клейковине и числу падения. Компенсаторная способность обоих сортов выше ранее районированных по стекловидности, натуре и числу падения.

2. Сорт ДальГАУ 3 – наиболее крупнозерный из изученных. Он обладает лучшей компенсаторной способностью по признаку масса 1000 зерен, и у него более высокая стрессоустойчивость по признаку стекловидность зерна.

3. Сорт ДальГАУ 4 обладает наибольшей компенсаторной способностью по количеству клейковины, он лучший по стрессоустойчивости по массе 1000 зерен и количеству клейковины. В настоящее время этот сорт проходит государственное сортоиспытание и по его результатам может быть районирован в Дальневосточном регионе.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы Госзадания «Создание и изучение исходного материала яровой мягкой пшеницы в условиях Амурской области для получения высокоурожайных сортов продовольственного назначения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. 2023. Оценка адаптивности и потенциальной продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. Т. 24. № 1. С. 58-65.
2. ГОСТ Р54478-2011. 2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Зерно. Методы определения количества
1. Barkovskaya TA, Gladysheva OV, Kokoreva VG. Assessment of adaptability and potential productivity of spring soft wheat in the conditions of the Ryazan region [Otsenka adaptivnosti i potentsial'noy produktivnosti yarovoy myagkoj pshenitsy v usloviyakh Ryazanskoy oblasti] *Agricultural Science of the Euro-North-East [Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka]*. 2023;24 (1):58-65.
2. Government standard R54478-2011 [GOST R54478-2011] *National standard of the Russian Federation [Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii] Grain [Zerno] Methods for*

- и качества клейковины в пшенице [Электронный ресурс <https://docs.cntd.ru/document/1200087804> (дата обращения 7.07.2023)].
- ГОСТ 10840-2017. 2019. Межгосударственный стандарт. Зерно. Метод определения природы [Электронный ресурс <https://docs.cntd.ru/document/1200157474> (дата обращения 7.07.2023)].
 - Исмагилов К.Р., Шакирзянов А.Х., Каримов И.К., Кадиков Р.К. 2022. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в Предуральской степи Республики Башкортостан // Вестник КрасГАУ. № 9 (186). С. 80-86.
 - Курдина В.Н., Карпов Б.А., Личко Н.М. 1981. Практикум по хранению и технологии сельскохозяйственных продуктов / Ред. Л.А. Трисвятский. М.: Колос. 208с.
 - Малокостова Е.И. 2019. Оценка пластичности и стабильности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях юго-востока Воронежской области // Центральный научный вестник. Т. 4. № 6 (71). С. 14-16.
 - Мищенко Л.Н., Терехин М.В., Терехин Н.М. 2022. Влияние особенностей родительских сортов яровой пшеницы на свойства их потомков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 8 (214). С. 11-17.
 - Новохатин В.В., Шеломенцева Т.В., Драгавцев В.А. 2022. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье) // Сельскохозяйственная биология. *determining the quantity and quality of gluten in wheat [Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleykoviny v pshenitse]*. 2013, Available at <https://docs.cntd.ru/document/1200087804> (Date of Access 07/07/2023).
 - Government standard 10840-2017 [GOST10840-2017] Interstate standard [Mezhgosudarstvennyy standart] Grain [Zerno] Method for determining grain content [Metod opredeleniya natury]. 2019, Available at <https://docs.cntd.ru/document/1200157474> (Date of Access 07/07/2023).
 - Ismagilov KR, Shakirzyanov AKh, Karimov IK, Kadikov RK. Ecological plasticity of spring wheat varieties in the Cis-Ural steppe of the Republic of Bashkortostan [Ekologicheskaya plastichnost' sortov yarovoy pshenitsy v Predural'skoy stepi Respubliki Bashkortostan] *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University [Vestnik KrasGAU]*. 2022;9 (186):80-86.
 - Kurdina VN, Karpov BA, Lichko NM. Workshop on storage and technology of agricultural products [Praktikum po khraneniyu i tekhnologii sel'skokhozyaystvennykh produktov] / ed. L.A. Trisvyatsky. Moscow: Kolos, 1981:208.
 - Malokostova EI. Assessment of plasticity and stability of spring soft wheat varieties in the conditions of the southeast of the Voronezh region [Otsenka plastichnosti i stabil'nosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh yugo-vostoka Voronezhskoy oblasti] *Central Scientific Bulletin [Tsentral'nyy nauchnyy vestnik]*. 2019;4 (6):14-16.
 - Mishchenko LN, Terekhin MV, Terekhin NM. The influence of the characteristics of parent varieties of spring wheat on the properties of their descendants [Vliyaniye osobennostey roditel'skikh sortov yarovoy pshenitsy na svoystva ikh potomkov] *Bulletin of the Altai State Agrarian University [Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. 2022;8 (214):11-17.
 - Novokhatin VV, Shelomentseva TV, Dragavtsev VA. A new integrated approach to studying the dynamics of increasing adaptability and homeostaticity in soft spring wheat varieties (using the example of a long history of selection in the Northern Trans-Urals) [Novyy kompleksnyy podkhod k izucheniyu dinamiki povysheniya adaptivnosti i gomeostatichnosti u sortov myagkoy yarovoy pshenitsy (na primere dlitel'noy istorii

- Т. 57. № 1. С. 81-97.
9. Оценка экологической пластичности перспективных линий питомника КАСИБ-20 по урожайности и качеству зерна. 2021 / Сост. О.Г. Кузьмин, А.С. Чурсин, Ю.С. Краснова и др. // Вестник Омского государственного аграрного университета. № 1 (41). С. 28-36.
 10. Сагендыкова А.Т., Плотникова Л.Я., Кузьмина С.П. 2021. Экологическая пластичность интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum* в засушливых условиях южной лесостепи Западной Сибири // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, 25-26 марта 2021 г. Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит». С. 239-245.
 11. Терехин М.В., Мищенко Л.Н. 2021. Характеристика новых перспективных сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. Материалы всероссийской научно-практической конференции (в 2-х ч.), г. Благовещенск, 21 апреля 2021 г. / Ред. А.А. Муратов. Ч. I. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет. С. 122-130.
 12. Eberhart S.A., Russell W.A. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties // Crop Science. Vol. 6. No. 1. P. 36-40.
 13. Guttieri M.J., Stark J.C., O'Brien K., selektsii v Severnom Zaural'ye] *Agricultural Biology [Sel'skokhozyaystvennaya biologiya]*. 2022;57 (1):81-97.
 9. Assessment of the ecological plasticity of promising lines of the KASIB-20 nursery in terms of yield and grain quality [Otsenka ekologicheskoy plastichnosti perspektivnykh liniy pitomnika KASIB-20 po urozhaynosti i kachestvu zerna] / eds. O.G. Kuzmin, A.S. Chursin, Yu.S. Krasnova, etc. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University [Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. 2021;1 (41):28-36.
 10. Sagendykova AT, Plotnikova LYa, Kuzmina SP. Ecological plasticity of introgressive lines of bread wheat with *Agropyron elongatum* genes in the arid conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia [*Ekologicheskaya plastichnost' introgressivnykh liniy myagkoy pshenitsy s genami Agropyron elongatum v zasushlivykh usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri*] *Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex in conditions of climate aridization [Nauchnoye obespecheniye ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh aridizatsii klimata]* *Proc. of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35th Anniversary of the Federal State Budgetary Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo"*, Saratov, March 25-26, 2021 [*Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 35-letiyu FGBNU RosNIISK «Rossorgo»*]. Saratov: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Amirit", 2021:239-245.
 11. Terekhin MV, Mishchenko LN. Characteristics of new promising varieties of spring soft wheat selected by the Far Eastern State Agrarian University [*Kharakteristika novykh perspektivnykh sortov yarovoy myagkoy pshenitsy selektsii Dal'nevostochnogo GAU*] *Agroindustrial complex: problems and development prospects [Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya]* *Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conference (in 2 parts)*, Blagoveshchensk, April 21, 2021 [*Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (v 2-kh ch.)*] / ed. A.A. Muratov. Blagoveshchensk: Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy

- Souza E.* 2001. Relative Sensitivity of Spring Wheat Grain Yield and Quality Parameters to Moisture Deficit // *Crop Science*. Vol. 41. P. 327-335.
12. Eberhart SA, Russell WA. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*. 1966;6 (1):36-40.
13. Guttieri MJ, Stark JC, O'Brien K, Souza E. Relative Sensitivity of Spring Wheat Grain Yield and Quality Parameters to Moisture Deficit. *Crop Science*. 2001;41:327-335.

UDC 633.11

ADAPTIVENESS AND ECOLOGICAL VERSATILITY OF SPRING COMMON WHEAT OF FAR EASTERN VARIETIES DETERMINED ON A NUMBER OF GRAIN QUALITY PARAMETERS

© 2023. L.N. Mishchenko, M.V. Terekhin, N.M. Terekhin

Far Eastern State Agrarian University
86, Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, 675002, Russia
E-mail: laridass2@mail.ru, rohan.1994@mail.ru

Received August 15, 2023. Revised August 29, 2023. Accepted August 30, 2023.

In this article we present the results of comparative analysis, which was carried out for the grain quality of new varieties of spring common wheat from the Amur breeding – DalGAU 3 (released in 2021) and DalGAU 4 (sent for a state variety trial in 2022); and for varieties that have been already released in the Far East Region – Amurskaya 75, Amurskaya 1495 and DalGAU 1. The nurseries were made according to the standard method, in the crop rotation of the Grain Breeding Laboratory. The new varieties DalGAU 3 and 4 surpass the previously released ones in vitreousness, grain content, gluten quantity and Hagberg falling number. Additionally, DalGAU 3 is the coarsest-grained one among the studied varieties. The new varieties of common wheat have higher compensatory ability and stress tolerance in some parameters compared to Amurskaya 75 and 1495 and DalGAU 1.

Keywords: variety, 1000 grain weight, grain content, grain vitreousness, gluten, α -Amylase, Hagberg Falling Number, selection, hybrids, released variety.

Funding. This work was carried out as part of the state task “Creating and Researching the Original Material of the Spring Common Wheat in the Conditions of the Amur Region to Obtain Highly Profitable Food Varieties”.

EDN: 10.24412/2542-2006-2023-3-49-59

DOI: PBUOBE

=====
CONDITION AND FUNCTIONING OF AGROECOSYSTEMS
AND THEIR COMPONENTS
=====

UDC 633.11

**ADAPTIVENESS AND ECOLOGICAL VERSATILITY OF SPRING COMMON WHEAT
OF FAR EASTERN VARIETIES DETERMINED ON A NUMBER OF GRAIN QUALITY
PARAMETERS**

© 2023. L.N. Mishchenko, M.V. Terekhin, N.M. Terekhin

Far Eastern State Agrarian University
86, Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, 675002, Russia
E-mail: laridass2@mail.ru, rohan.1994@mail.ru

Received August 15, 2023. Revised August 29, 2023. Accepted August 30, 2023.

In this article we present the results of comparative analysis, which was carried out for the grain quality of new varieties of spring common wheat from the Amur breeding – DalGAU 3 (released in 2021) and DalGAU 4 (sent for a state variety trial in 2022); and for varieties that have been already released in the Far East Region – Amurskaya 75, Amurskaya 1495 and DalGAU 1. The nurseries were made according to the standard method, in the crop rotation of the Grain Breeding Laboratory. The new varieties DalGAU 3 and 4 surpass the previously released ones in vitreousness, grain content, gluten quantity and Hagberg falling number. Additionally, DalGAU 3 is the coarsest-grained one among the studied varieties. The new varieties of common wheat have higher compensatory ability and stress tolerance in some parameters compared to Amurskaya 75 and 1495 and DalGAU 1.

Keywords: variety, 1000 grain weight, grain unit, grain vitreousness, gluten, α -Amylase, Hagberg falling number, selection, hybrids, released variety.

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-60-69

EDN: GYNLCE

Yield and quality of wheat depend on many factors, divided into 3 groups: genotype (variety), soil and climatic conditions, production technology. To obtain grain of higher quality it is necessary to optimize the level of these mutually dependent groups. Creation and use of high-yielding, ecologically versatile varieties of wheat are of particular importance in the increase and stability of yield and quality of grain (Novokhatin et al., 2022).

Along with yield, grain quality is also highly important for agriculture (Kuzmin, 2021). High-quality grain is more expensive and can be used in food, while its seeds are of higher sowing qualities. The properties of the produced grain are affected by genetic features of the variety, and agro-technical and climatic conditions of its cultivation.

Weather of the Amur Region can vary dramatically in different years in terms of heat level and precipitation volume. Our region requires varieties of wheat that have potentially high yields and grain quality, as well as high ecological versatility, which determines their ability to level negative environmental factors during their cultivation, and to have high stress tolerance in terms of the main and most important technological parameters of quality (Mishchenko, 2022; Terekhin, 2021; Guttieri, 2001).

Adaptive varieties with increased ecological versatility and ability to use bioclimatic resources more effectively in extensive conditions of cultivation become more and more important (Eberhart, 1966; Barkovskaya, 2023). The released varieties should have both high yield and ecological versatility. The versatility is determined in different regions of Russia by yield, elements of plant productivity and individual parameters of grain quality (Malokostova, 2019; Ismagilov, 2022; Sagendykova, 2021).

The aim of this work is to study and compare the adaptive properties of spring common wheat varieties of Far Eastern State Agrarian University's selection according to the technological qualities of its grain, and to identify the advantages of the new variety, DalGAU 4, which was put to the state variety trial in 2022.

Materials and Methods

The varieties of wheat were sown in the experimental fields of the Far Eastern State Agrarian University in the village of Gribskoye, Amur Region. The area of survey plots was 10 m². The sowing was done with a SKS-6a seeder, the harvesting was performed with a Sampo-130 harvester (Photo 1, 2). Then, we studied the adaptation of technological qualities of spring common wheat from the Far Eastern selection from 2020 to 2022, using DalGAU 3 variety as a standard.



Photo 1. Harvesting at the selection nurseries with a Sampo-130 harvester (photo by N.M. Terekhin).

Photo 2. Haystacks at the small selection nursery (photo by N.M. Terekhin).

Weather varied significantly throughout the years of our study. The year of 2022 was the most favorable one, with moderate precipitation in May-July – 256 mm. Meanwhile, in 2020, a high precipitation (384 mm) during the same period deteriorated the grain quality. From May to June of 2021, there was moderate precipitation, however, a heavy one (160 mm) in July significantly reduced the quality of the crop since it happened during the grain formation. Excessive precipitation during the ripening and harvesting of spring wheat is one of the main problems in the Amur Region; therefore, one of the breeding aims there was to create the early maturing varieties. However, over the last 20-30 years the climate has changed drastically. At the end of the 20th century the amount of precipitation from June to early July was insignificant, as little as 0-15 mm in June

during some years, but nowadays heavy rains can continue throughout the entire growing season, thus, forcing us to search for new directions in grain breeding in the Amur Region (Photo 3).



Photo 3. Flowering wheat (photo by N.M. Terekhin).

Experiments. Over the past 5 years, a couple of new varieties of Far Eastern University selection were sent to the state variety testing system. DalGAU 3 was successfully released in 2020 and defined as a standard in the state variety plots. The new variety, DalGAU 4, has been under testing since 2022. Over the last 3 years, the 5 most important quality parameters of new varieties were studied in comparison with previously released ones, such as Amurskaya 75, Amurskaya 1495 and DalGAU 1. These parameters are as follows: vitreous, weight, 1000 grain weight, gluten, and falling number.

Results and Discussion

Grain vitreousness is a parameter defined by government standard for valuable and strong wheat varieties. It is determined by the ability of grains to transmit light: grains can be entirely transparent (vitreous) or partially transparent (with yellowed patches, Rus. “zheltobochka”); a grain that barely transmits light or does not transmit it at all is called powdery. Vitreousness is measured as a percentage: the greater the proportion of transparency, the higher the vitreousness, therefore, the higher the vitreousness, the higher the quality of the grain. According to some authors (Kurdina, 1981), vitreousness is positively correlated with grain unit, amount of protein, gluten and gluten quality. Table 1 shows that this trait is higher in new varieties than in previously released ones, both in favorable and unfavorable years, as well as the average for 3 study years. The grain vitreousness of the new varieties DalGAU 3 and 4 (Photo 4, 5) is twice higher than of those

released in the 20th century. Every year, DalGAU 3 corresponded to the parameters of strong wheat because its vitreousness was 60% or even higher. In favorable years, the vitreousness of DalGAU 1 and Amurskaya 1495 reached that of the valuable varieties (i.e. 50% and more), while peaking up to 93% in DalGAU 4.

Compensatory ability of new varieties DalGAU 3 and 4 is higher than that of previously released ones. The complex weather and climate conditions of the Amur Region require our own specific varieties that could be highly adapted to such environment. This is the average indicator for 2 years, i.e. the most favorable and the most unfavorable years. The greater the value of this indicator, the higher the correspondence between the genotype of the variety and the environment.

Table 1. Vitreousness of spring wheat varieties of the Far Eastern State Agrarian University selection and their adaptability parameters (%).

Variety	Release year	Min	Max	Average	Compensatory ability	Stress tolerance
Amurskaya 75	1964	10	46	30.7	28.0	-36
Amurskaya 1495	1998	18	49	37.0	33.5	-31
DalGAU 1	2005	12	54	37.0	33.0	-42
DalGAU 3 (standard)	2020	59	88	76.0	73.5	-29
DalGAU 4	–	47	93	75.7	70.0	-46



Photo 4. Spikes of DalGAU 4 wheat (photo by N.M. Terekhin).

DalGAU 3 had the best stress tolerance in terms of grain vitreousness, while DalGAU 4 turned out to be inferior to the other varieties. Stress tolerance is determined by the difference between the value of the indicators in the most favorable and the most unfavorable years; therefore, it has a negative value. The lower its value, the less influence the environment has on it, and thus the higher grows the stress tolerance of the variety. This is extremely important in the conditions of the Amur Region where vegetation conditions vary significantly in different years.

Natural grain weight is one of the main indicators of wheat grain quality, determined by the weight of 1 liter of grain: the greater the weight, the higher its density, plumness and, eventually, quality. According to the government standard (Government standard ..., 2019), the grain is considered strong when its index is higher than 750 g/l, and is considered valuable when it's higher than 730 g/l. The new varieties showed higher quality than previously released ones; the differences between them were especially noticeable in the unfavorable year, when the two new varieties corresponded to valuable wheat by their grain unit, while the previously released varieties had lower indicators (Table 2). In a favorable year, the natural weight of DalGAU 3 and 4 was above 800 g/l, thus meeting the requirements for strong wheat, while the previously released ones did not even meet those requirements.



Photo 5. Grains of DalGAU 4 wheat (photo by N.M. Terekhin).

Compensatory ability of new varieties also turned out to be higher. It was the highest for the old variety Amurskaya 75; meanwhile, the new varieties had a stress tolerance higher than that of Amurskaya 1495 and DalGAU 1, but lower than Amurskaya 75.

Grain coarseness is an important parameter of its processing. Coarse grain is more profitable in flour production, and the industry prefers varieties with larger grains. The mass of 1000 grains of Amur selection was 24.2 g in unfavorable 2020, and 33.7 g in 2022 (Table 3). DalGAU 3 is known

for the largest grain, with an average mass of 1000 grains equal to 30.4 g. DalGAU 4 had the smallest grain (22.3 g) for three years in average. The best stress tolerance was observed in DalGAU 4, while DalGAU 3 showed less tolerance, while having the highest compensatory ability.

Table 2. Natural grain weight of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (g/l).

Variety	Min	Max	Average	Compensatory ability	Stress tolerance
Amurskaya 75	670	715	695.0	692.5	-45
Amurskaya 1495	610	725	673.3	667.5	-115
DalGAU 1	610	740	683.3	675	-130
DalGAU 3 (standard)	740	810	786.7	775	-70
DalGAU 4	730	805	775.0	767.5	-75

When releasing the varieties, the frequency and stability of their formation of high quality grains should be taken into account. The main parameter of the technological merits of the grain of spring common wheat (that defines its adaptability) is the content and quality of gluten, a criteria that is part of the government standard (Government standard ..., 2013 Novokhatin et al., 2022).

Table 3. Weight of 1000 grains of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (g).

Variety	Min	Max	Average	Compensatory ability	Stress tolerance
Amurskaya 75	25.4	29.3	27.0	27.4	-3.9
Amurskaya 1495	24.6	31.2	27.0	27.9	-6.6
DalGAU 1	24.2	30.3	26.9	27.3	-6.1
DalGAU 3 (standard)	27.4	33.7	30.4	30.6	-6.3
DalGAU 4	25.4	27.3	22.3	26.4	-1.9

The amount of gluten is extremely important because it directly correlates a with the protein content of the grain. By this parameter only, every year new varieties could be classified as valuable ones (with 25% or more), while the amount of gluten (28% or more) made DalGAU 4 a strong variety in a favorable year. The oldest variety, Amurskaya 75, lost a lot of gluten in an unfavorable year; in favorable years, however, gluten amount corresponded to strong varieties and even exceeded the parameters of new varieties (Table 4). The DalGAU 4 has the greatest compensatory ability and a fairly good stress tolerance. Minimal tolerance was noted in the Amurskaya 75, the amount of gluten of which varied significantly from year to year depending on weather.

Hagberg falling number characterizes the activity of α -amylase in grain, influencing greatly the quality of bread. This amylase is an enzyme that breaks starch down into monosaccharides. Enzyme activity that is too low, which causes starch to break down slowly, and enzyme activity that is too high, which causes starch to break down quickly, are both highly undesirable. The optimal indicator is the interval of 250 seconds during which the press would fall in our test sample. Table 5 shows that old varieties are characterized by greater enzyme activity, which significantly reduced the quality of grain in the unfavorable 2020. The new varieties DalGAU 3 and 4 are closer to the optimal value than the previously released ones, and the compensatory abilities of the new varieties

are higher than those of the old ones. At the same time, the stress tolerance of new varieties is somewhat lower than that of previously released ones.

Table 4. The amount of gluten in the grain of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (%).

Variety	Min	Max	Average	Compensatory ability	Stress tolerance
Amurskaya 75	23	36	30.3	29.5	-13
Amurskaya 1495	20	26	23.3	23.0	-6
DalGAU 1	14	16	15.0	15.0	-2
DalGAU 3 (standard)	25	31	27.7	28.0	-6
DalGAU 4	29	33	31.3	31.0	-4

Table 5. Falling number of spring wheat of Far Eastern selection and some parameters of its adaptability (sec).

Variety	Min	Max	Average	Compensatory ability	Stress tolerance
Amurskaya 75	98	298	191.3	198.0	-200
Amurskaya 1495	61	210	111.7	135.5	-149
DalGAU 1	62	258	128.0	160.0	-196
DalGAU 3 (standard)	105	336	211.1	220.5	-231
DalGAU 4	138	397	242.0	267.5	-259

Conclusions

1. New varieties of spring common wheat of the Far Eastern State Agricultural University selection, such as DalGAU 3 and DalGAU 4, are better than previously released varieties in such parameters as vitreous, weight, gluten and falling number. Their compensatory ability is higher than previously released varieties in such parameters as vitreous, grain unit and falling number.

2. DalGAU 3 is the coarsest among the studied varieties. It has a better compensatory ability judging by the 1000 grain weight, and it has a higher stress tolerance judging by its grain vitreousness.

3. DalGAU 4 has the highest compensatory ability for the amount of gluten, and the highest stress tolerance for the 1000 grain weight and gluten. Currently, this variety is undergoing state variety testing, the results of which can potentially allow it to be released in the Far East Region.

Funding. This work was carried out as part of the state task “Creating and Researching the Original Material of the Spring Common Wheat in the Conditions of the Amur Region to Obtain Highly Profitable Food Varieties”.

REFERENCES

1. Barkovskaya TA, Gladysheva OV, Kokoreva VG. 1. Барковская Т.А., Гладышева О.В.,
ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS, 2023, Vol. 7, No. 3

REFERENCES

- Assessment of adaptability and potential productivity of spring soft wheat in the conditions of the Ryazan region [Otsenka adaptivnosti i potentsial'noy produktivnosti yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Ryazanskooy oblasti] *Agricultural Science of the Euro-North-East [Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka]*. 2023;24 (1):58-65.
2. Government standard R54478-2011 [GOST R54478-2011] *National standard of the Russian Federation [Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii] Grain [Zerno] Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat [Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleykoviny v pshenitse]*. 2013, Available at <https://docs.cntd.ru/document/1200087804> (Date of Access 07/07/2023).
 3. Government standard 10840-2017 [GOST10840-2017] *Interstate standard [Mezhhgosudarstvennyy standart] Grain [Zerno] Method for determining grain content [Metod opredeleniya natury]*. 2019, Available at <https://docs.cntd.ru/document/1200157474> (Date of Access 07/07/2023).
 4. Ismagilov KR, Shakirzyanov AKh, Karimov IK, Kadikov RK. Ecological plasticity of spring wheat varieties in the Cis-Ural steppe of the Republic of Bashkortostan [Ekologicheskaya plastichnost' sortov yarovoy pshenitsy v Predural'skoy stepi Respubliki Bashkortostan] *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University [Vestnik KrasGAU]*. 2022;9 (186):80-86.
 5. Kurdina VN, Karpov BA, Lichko NM. Workshop on storage and technology of agricultural products [Praktikum po khraneniyu i tekhnologii sel'skokhozyaystvennykh produktov] / ed. L.A. Trisvyatsky. Moscow: Kolos, 1981:208.
 6. Malokostova EI. Assessment of plasticity and stability of spring soft wheat varieties in the conditions of the southeast of the Voronezh region [Otsenka plastichnosti i stabil'nosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh yugo-vostoka Voronezhskoy oblasti] *Central Scientific Bulletin [Tsentral'nyy nauchnyy vestnik]*. 2019;4 (6):14-16.
 7. Mishchenko LN, Terekhin MV, Terekhin NM. The influence of the characteristics of parent varieties of spring wheat on the properties of their descendants [Vliyaniye osobennostey roditel'skikh sortov yarovoy pshenitsy na svoystva ikh potomkov] *Bulletin of the Altai State Agrarian*
 2. Кокорева В.Г. 2023. Оценка адаптивности и потенциальной продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. Т. 24. № 1. С. 58-65.
 2. ГОСТ Р54478-2011. 2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [Электронный ресурс <https://docs.cntd.ru/document/1200087804> (дата обращения 7.07.2023)].
 3. ГОСТ 10840-2017. 2019. Межгосударственный стандарт. Зерно. Метод определения природы [Электронный ресурс <https://docs.cntd.ru/document/1200157474> (дата обращения 7.07.2023)].
 4. Исмагилов К.Р., Шакирзянов А.Х., Каримов И.К., Кадиков Р.К. 2022. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в Предуральской степи Республики Башкортостан // *Вестник КрасГАУ*. № 9 (186). С. 80-86.
 5. Курдина В.Н., Карпов Б.А., Личко Н.М. 1981. Практикум по хранению и технологии сельскохозяйственных продуктов / Ред. Л.А. Трисвятский. М.: Колос. 208с.
 6. Малокостова Е.И. 2019. Оценка пластичности и стабильности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях юго-востока Воронежской области // *Центральный научный вестник*. Т. 4. № 6 (71). С. 14-16.
 7. Мищенко Л.Н., Терехин М.В., Терехин Н.М. 2022. Влияние особенностей родительских сортов яровой пшеницы на свойства их потомков // *Вестник Алтайского государственного*

- University [Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. 2022;8 (214):11-17.
8. Novokhatin VV, Shelomentseva TV, Dragavtsev VA. A new integrated approach to studying the dynamics of increasing adaptability and homeostaticity in soft spring wheat varieties (using the example of a long history of selection in the Northern Trans-Urals) [Novyy kompleksnyy podkhod k izucheniyu dinamiki povysheniya adaptivnosti i gomeostatichnosti u sortov myagkoy yarovoy pshenitsy (na primere dlitel'noy istorii selektsii v Severnom Zaural'ye)] *Agricultural Biology [Sel'skokhozyaystvennaya biologiya]*. 2022;57 (1):81-97.
 9. Assessment of the ecological plasticity of promising lines of the KASIB-20 nursery in terms of yield and grain quality [Otsenka ekologicheskoy plastichnosti perspektivnykh liniy pitomnika KASIB-20 po urozhaynosti i kachestvu zerna] / eds. O.G. Kuzmin, A.S. Chursin, Yu.S. Krasnova, etc. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University [Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. 2021;1 (41):28-36.
 10. Sagendykova AT, Plotnikova LYa, Kuzmina SP. Ecological plasticity of introgressive lines of bread wheat with *Agropyron elongatum* genes in the arid conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia [*Ekologicheskaya plastichnost' introgressivnykh liniy myagkoy pshenitsy s genami Agropyron elongatum v zasushlivykh usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri*] *Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex in conditions of climate aridization [Nauchnoye obespecheniye ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh aridizatsii klimata]* *Proc. of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35th Anniversary of the Federal State Budgetary Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo"*, Saratov, March 25-26, 2021 [*Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 35-letiyu FGBNU RosNIISK «Rossorgo»*]. Saratov: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Amirit", 2021:239-245.
 11. Terekhin MV, Mishchenko LN. Characteristics of new promising varieties of spring soft wheat selected by the Far Eastern State Agrarian University agrarnogo universiteta. № 8 (214). С. 11-17.
 8. Новохатин В.В., Шеломенцева Т.В., Драгавцев В.А. 2022. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье) // *Сельскохозяйственная биология*. Т. 57. № 1. С. 81-97.
 9. Оценка экологической пластичности перспективных линий питомника КАСИБ-20 по урожайности и качеству зерна. 2021 / Сост. О.Г. Кузьмин, А.С. Чурсин, Ю.С. Краснова и др. // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. № 1 (41). С. 28-36.
 10. Сагеньдыкова А.Т., Плотникова Л.Я., Кузьмина С.П. 2021. Экологическая пластичность интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum* в засушливых условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата*. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, 25-26 марта 2021 г. Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит». С. 239-245.
 11. Терехин М.В., Мищенко Л.Н. 2021. Характеристика новых перспективных сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного ГАУ // *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития*. Материалы

- [*Kharakteristika novykh perspektivnykh sortov yarovoy myagkoy pshenitsy seleksii Dal'nevostochnogo GAU*] *Agroindustrial complex: problems and development prospects [Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya]* *Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conference (in 2 parts)*, Blagoveshchensk, April 21, 2021 [*Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (v 2-kh ch.)*] / ed. A.A. Muratov. Blagoveshchensk: Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021;1:122-130.
12. Eberhart SA, Russell WA. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*. 1966;6 (1):36-40.
 13. Guttieri MJ, Stark JC, O'Brien K, Souza E. Relative Sensitivity of Spring Wheat Grain Yield and Quality Parameters to Moisture Deficit. *Crop Science*. 2001;41:327-335.
- всероссийской научно-практической конференции (в 2-х ч.), г. Благовещенск, 21 апреля 2021 г. / Ред. А.А. Муратов. Ч. I. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет. С. 122-130.
12. Eberhart S.A., Russell W.A. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties // *Crop Science*. Vol. 6. No. 1. P. 36-40.
 13. Guttieri M.J., Stark J.C., O'Brien K., Souza E. 2001. Relative Sensitivity of Spring Wheat Grain Yield and Quality Parameters to Moisture Deficit // *Crop Science*. Vol. 41. P. 327-335.

УДК 633.11

АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО РЯДУ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

© 2023 г. Л.Н. Мищенко, М.В. Терехин, Н.М. Терехин

*Дальневосточный государственный аграрный университет
Россия, 675002, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86
E-mail: laridass2@mail.ru, rohan.1994@mail.ru*

Поступила в редакцию 15.08.2023. После доработки 29.08.2023. Принята к публикации 30.08.2023.

В статье представлены результаты сравнительного анализа качества зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы амурской селекции – ДальГАУ 3 (районирован в 2021 г.) и ДальГАУ 4 (передан в государственное сортоиспытание в 2022 г.) с ранее районированными сортами по Дальневосточному региону местными сортами Амурская 75, Амурская 1495 и ДальГАУ 1. Закладка питомников производилась по стандартной схеме в севообороте лаборатории селекции зерновых культур. Новые сорта ДальГАУ 3 и ДальГАУ 4 лучше ранее районированных по стекловидности, натурной массе, количеству клейковины и числу падения. Сорт ДальГАУ 3 является наиболее крупнозерным из изученных сортов. Новые сорта обладают более высокой компенсаторной способностью и стрессоустойчивостью по ряду параметров по сравнению с сортами Амурская 75, Амурская 1495 и ДальГАУ 1.

Ключевые слова: сорт, масса 1000 зерен, натура, стекловидность, клейковина, альфа-амилаза, число падения, селекция, гибриды, районирование.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы Госзадания «Создание и изучение исходного материала яровой мягкой пшеницы в условиях Амурской области для получения высокоурожайных сортов продовольственного назначения».

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-60-69

EDN: GYNLCE

УДК 502.747; 621.315.1

ГИБЕЛЬ ПТИЦ – АНАЛИЗ ПРИЧИН (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2023 г. А.В. Шариков*, Р.Х. Атауллин*, Т.В. Макарова*,
А.В. Макаров**, О.С. Гринченко***

*Московский педагогический государственный университет
Россия, 129164, г. Москва, ул. Кибальчича, д. 6, корп. 2. E-mail: avsharikov@ya.ru

**Дом научно-технического творчества молодёжи
Россия, 117419, г. Москва, ул. Донская, д. 37

***Институт водных проблем РАН
Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3

Поступила в редакцию 10.07.2023. После доработки 10.08.2023. Принята к публикации 30.08.2023.

В России множество птиц погибает на линиях электропередач от поражения током. Неизолированные токоведущие элементы (провода и контакты) и заземлённые опорные стойки и траверсы для птиц легкодоступны. Если птица касается заземляющего элемента и электрического провода, то происходит замыкание цепи, в результате чего птица получает удар током, который, как правило, смертелен. Расстояние между проводом и углом заземлённой траверсы составляет 15-25 см, что соответствует размеру тела небольшой птицы. Реже происходит замыкание птицами цепи между проводами – промежуток между фазами существенно больше, это опасно для крупных видов птиц.

Линии электропередач представляют собой неотъемлемую часть техногенного ландшафта Центрального Нечерноземья. На севере Московской области, где располагается система особо охраняемых природных территорий «Журавлиная родина», имеется развитая сеть линий электропередач с различными характеристиками. До установки птицезащитных устройств в 2015-2017 гг. и замены неизолированных проводов на самонесущие изолированные провода гибель птиц от поражения током здесь отмечалась часто. Кроме того, существует ещё ряд негативных факторов, вызывающих гибель птиц. Настоящая статья является первым обобщением причин этих явлений.

Ключевые слова: птицы и ЛЭП, птицезащитные устройства, самонесущие изолированные провода, техногенный ландшафт.

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-70-81

EDN: CNWMHM

В России десятки миллионов птиц ежегодно гибнут на воздушных линиях электропередач. В своё время на территории бывшего СССР массово устанавливали линии электропередач (ЛЭП) на железобетонных опорах со штыревыми изоляторами и напряжением 6-10 кВ. Оказалось, что такая конструкция опасна для птиц. Неизолированные токоведущие элементы (провода и контакты) и заземлённые опорные стойки и траверсы оказались легкодоступными для птиц. Если одна или несколько садятся между заземляющим элементом и электрическим проводом, происходит замыкание цепи, птица получает удар током, который, как правило, смертелен. Расстояние между проводом и углом заземлённой траверсы составляет 15-25 см, что соответствует размеру тела и размаху крыльев небольшой птицы. Не так часто происходит замыкание птицами цепи между проводами, – промежуток между фазами существенно больше, он примерно равен размаху крыльев крупной птицы – аиста или орла (Салтыков, Джамирзоев, 2015).

Птицы динамичны, имеют видоспецифическое поведение, обладают различными морфологическими и физиологическими особенностями, поэтому спектр комбинаций

контактов с ЛЭП весьма широк.

Картина гибели различных видов птиц в разное время года в каждом из основных типов ландшафтов существенно отличается. На характер и частоту гибели оказывают влияние и конструктивные особенности крепёжных конструкций опор (Салтыков, Джамирзоев, 2015).

Привлекательность ЛЭП для птиц обусловлена в первую очередь их возвышенным положением и защищённостью от наземных хищников. Линии электропередач, подстанции и распределительные устройства встраиваются в экосистемы и частично замещают собой компоненты живой и неживой природы. Птицы различных экологических групп используют ЛЭП в качестве укрытий от врагов и непогоды, мест отдыха, высматривания и поедания добычи, гнездования и др. (Салтыков, 2003).

В открытых ландшафтах системы ЛЭП формируют прежде несвойственные этим ландшафтам электросетевые орнитокомплексы «ЛЭП-зависимых» птиц, представленные преимущественно дендрофильными видами, а также видами, обитающими в горах (Салтыков, 2003).

Группу «ЛЭП-уязвимых» птиц образуют виды из состава «ЛЭП-зависимых» птиц, особи которых при взаимодействии с неизолированными ЛЭП подвергаются риску смертельного электропоражения. «ЛЭП-зависимые» птицы – виды, особи которых в какой-либо период своего жизненного цикла либо в течение всей своей жизни экологически связаны с ЛЭП настолько, что даже при наличии исходных природных субстратных аналогов (деревьев, кустарников, возвышений рельефа, гор, скал, обрывов) нередко отдают предпочтение опорам и проводам ЛЭП и иным электросетевым объектам. Всего из 789 видов птиц, указанных в Списке птиц Российской Федерации (Коблик и др., 2006), в «Список ЛЭП-уязвимых птиц России» (2016) включено 266 видов.

Международные обязательства России в сфере предотвращения угроз животному миру подтверждены при ратификации «Конвенции о биологическом разнообразии» (Федеральный закон ..., 1995а). Эксплуатация линий электропередач без птицевозрастных и птицеотпугивающих устройств в России является нарушением ст. 28 Федерального закона «О животном мире» (1995б).

К сожалению, оборудование ЛЭП птицевозрастными устройствами (фото 1) и замена старых конструкций ЛЭП на современные, не опасные для птиц, проходит далеко не везде, что связано как с нехваткой средств, так и с незаметностью проблемы из-за недостатка научных исследований по этой теме.

Известный орнитолог Л.В. Маловичко пишет: «Во время наших полевых работ в 2006/2008 гг., на подконтрольных участках урочища Дунда Апанасенковского района Ставропольского края погибли 246 особей разных видов птиц. Среди них чаще всего гибнут лебеди, пеликаны, бакланы, чайки, цапли. Так, в конце мая – в июне 2007 было зарегистрировано множество погибших птиц: 11 лебедей-шипунув, два розовых пеликанов, 3 больших баклана, 4 малые белые цапли, 1 пеганка. Такая ежегодная гибель птиц была замечена лисицами. В 2007 году недалеко от дамбы поселилась одна пара, в 2008 году 3 пары лисиц. Они кормятся погибшими птицами, о чем свидетельствуют остатки съеденных птиц. Так, днем 9 июня 2007 года, пара лебедей возвращалась после кормежки на отдых. При снижении, они не заметили провода, которые сливаются с поверхностью воды и погибли при столкновении с ними. Уже через 3 дня от них остался только след перьев. У лисиц был настоящий пир!» (Электрическая смерть ..., 2008).

Линии электропередач представляют собой неотъемлемую часть техногенного ландшафта Центрального Нечерноземья. На севере Московской области, где располагается система особо охраняемых природных территорий «Журавлиная родина», имеется развитая сеть линий электропередач с различными характеристиками.



Фото 1. Птицезащитные устройства (фото О.С. Гринченко).
Photo 1. Bird diverters (photo by O.S. Grinchenko).

Заказник «Журавлиная родина» имеет статус Ключевой орнитологической территории России. Здесь гнездится и встречается на пролёте 256 видов птиц, из которых 19 видов занесены в Красную книгу России, 63 – в Красную книгу Московской области и 35 видов – в список видов, нуждающихся в постоянном мониторинге.

Заказник включает в себя, помимо лесов и болот, обширные пространства сельскохозяйственных ландшафтов, где существуют сезонные скопления пролётных птиц, а также гнездится редкие виды. Открытые пространства используются в качестве кормовых территорий многими видами хищных птиц, в том числе большим подорликом, занесённым в Красную книгу России (2021). Именно здесь проходит наибольшее количество линий электропередач.

Впервые оценка опасности электросетевых объектов для птиц, выявление видового состава и мест высокой концентрации ЛЭП-уязвимых птиц была проведена в заказнике «Журавлиная родина» в 2000 г. В 2001 году работа приобрела плановый характер и стала проводиться регулярно. Летом 2001 года на 10 км протяжённости линии электропередачи было обнаружено 150 погибших птиц. Из них большинство относились к семейству врановых, но встречались и представители отряда хищных птиц: четыре канюка, две пустельги и лунь. Осенью, когда происходила сезонная миграция птиц, в стаях которых большое количество молодых особей, гибель птиц на ЛЭП возрастала, так как большинство стай охотно присаживается на провода. В этот период отмечена гибель и молодых хищных птиц, и сов.

В том же году была достигнута договорённость с Дмитровским филиалом АО «Мосэнерго» (сейчас это ПАО «Россети Московский регион») и Специальным конструкторско-технологическим бюро по высоковольтной и криогенной технике при АО «Мосэнерго» о создании на севере Московского региона испытательного полигона для оценки эффективности устройств, предотвращающих гибель птиц на линиях электропередач. К этому моменту уже имелся положительный опыт группы орнитологов под руководством

А.В. Салтыкова по разработке и внедрению птицевозащитных устройств и мероприятий в практику эксплуатации электросетей в Ульяновской области. Но на тот момент птицевозащитные устройства в нашей стране не производились, их надо было покупать в Испании, поэтому работа остановилась не многие годы.

Программа Филиала ПАО «МОЭСК» – Северные электрические сети (входит в ГК «Россети») по установке птицевозащитных устройств в заказнике «Журавлиная родина» вновь началась осенью 2015 г. Было установлено 1500 таких устройств, а до конца 2017 г. – ещё 500 (фото 2, 3). Устройства защиты для птиц, которое применило ПАО «МОЭСК», обеспечивает безопасность птиц с размахом крыльев до 1.3 м. Они крепятся на штыревые изоляторы с примыкающими к ним участками токонесущих проводов, тем самым практически исключает поражение током птицы. Дополнительно птицевозащитные устройства защищает изоляторы от агрессивного воздействия окружающей среды (атмосферных осадков, ультрафиолетового излучения) и загрязнения.



Фото 2. Установка первых птицевозащитных устройств в заказнике «Журавлиная родина» (фото О.С. Гринченко). **Photo 2.** Bird diverters getting installed for the first time in the “Crane Homeland” Nature Reserve (photo by O.S. Grinchenko).

Фото 3. Главный инженер А.В. Тупицын рассказывает о птицевозащитных сооружениях (фото О.С. Гринченко). **Photo 3.** Chief engineer A.V. Tupitsyn talking about bird diverters (photo by O.S. Grinchenko).

В рамках дальнейшего совершенствования работы в этой области в «МОЭСК» была разработана программа по замене неизолированного провода (фото 4) на СИП (самонесущие изолированные провода), что обеспечит 100% защиту птиц от электрического поражения (Защитить Журавлиную родину, 2016).

В настоящее время все ЛЭП в заказнике и его окрестностях, находящиеся в ведении ПАО «Россети Московский регион», оснащены птицевозащитными устройствами или СИП.

К сожалению, не все ЛЭП относятся к системе «МОЭСК», есть частные линии, все они птицевозащитными устройствами по-прежнему не оснащены. Факты гибели птиц здесь отмечаются относительно регулярно. Кроме того, существует ещё ряд негативных факторов, вызывающих гибель птиц. Настоящая статья является первым обобщением причин этих

явлений. В ней использованы материалы исследований гибели птиц на ЛЭП в период до повсеместной установки птицезащитных устройств.



Фото 4. Неизолированные провода, опасные для птиц (фото Р.Х. Атауллина).
Photo 4. Uninsulated wires pose a danger for birds (photo by R.H. Ataulin).

Материалы и методы

Материалы были собраны на территории заказника «Журавлиная родина» и в его окрестностях (Талдомский городской округ Московской области).

Сбор наблюдений, касающихся гибели птиц на территории, начали проводить с 1998 г. Основной метод сбора материала – регистрация всех случайных находок погибших птиц, а также их целенаправленный поиск в северной части заказника «Журавлиная родина» («Апсарёвское урочище») и в его окрестностях. Дополнительно велся поиск и сбор информации по гибели птиц в результате хищничества. В частности, проанализирована информация по разорённым гнёздам, прежде всего дневных и ночных хищных птиц, за период с 1998 по 2019 гг. С 2007 по 2013 гг. сбор материала также проводился на нескольких маршрутах вдоль автодорог, на которых фиксировали птиц, погибших в результате столкновения с транспортными средствами. Всего было сделано 13 таких маршрутов (рис. 1, фото 5).

В 2000 и 2014 гг. были проведены отдельные одноразовые учёты под линиями электропередач разных типов, а с 2017 по 2019 гг. были заложены 4 регулярных пеших маршрута, каждый протяжённостью 4 или 6 км. Два маршрута проходили вдоль ЛЭП, оснащенных птицезащитными устройствами или имеющими изолированные провода, а два – вдоль линий, не имеющих такой защиты и с оголёнными проводами, что представляет опасность для птиц. Учёты на этих маршрутах проводили ежемесячно в течение всего года. Суммарно было проведено 53 учёта (рис. 2).

Места с найденными останками птиц привязывались к системе координат с помощью GPS-навигатора, затем вся информация переносилась в электронную базу данных. Определение пола и возраста птиц производилось при помощи специальных определителей, а также путём сравнения с коллекционными материалами.

Названия и порядок видов и отрядов приведены по книге «Список птиц Российской Федерации» (Коблик и др., 2006).

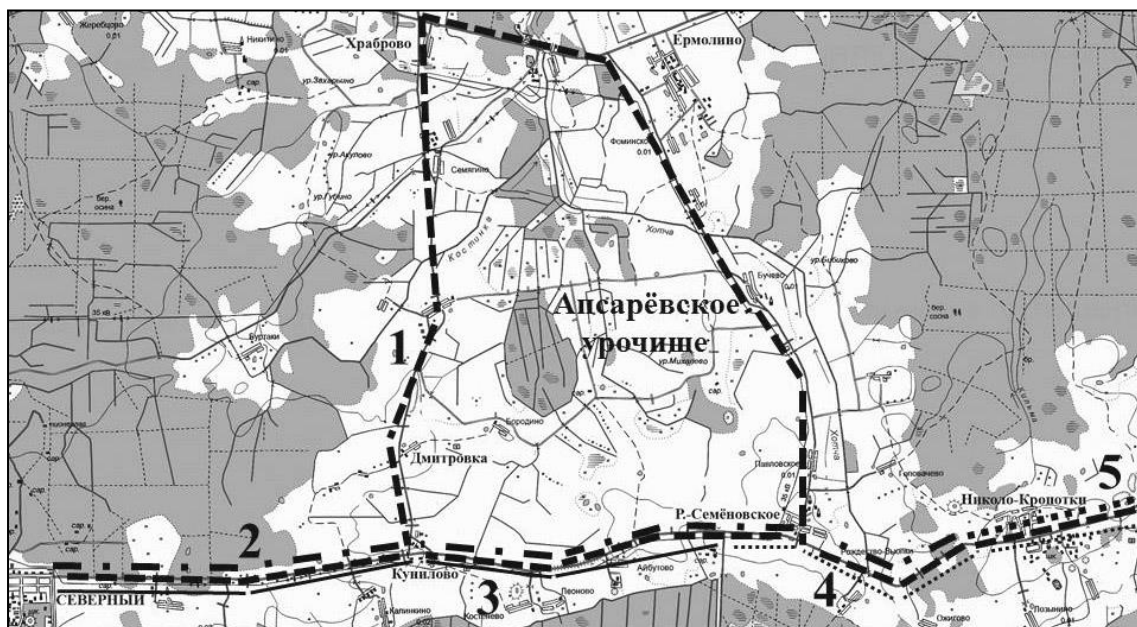


Рис. 1. Схема автомобильных маршрутов, пройденных вдоль автодорог. Условные обозначения маршрутов: 1 – 65 км, 2 – 30 км, 3 – 20 км, 4 – 12 км, 5 – 3 км. **Fig. 1.** Scheme of car routes along the highways: 1 – 65 km, 2 – 30 km, 3 – 20 km, 4 – 12 km, 5 – 3 km.

Результаты и обсуждение

Всего на территории «Журавлиной родины» и в её окрестностях за 21 год наблюдений были обнаружены и определены останки 136 особей птиц, принадлежащих к 8 отрядам. Около 79% найденных останков относились к отрядам воробьинообразные (76 особей, 13 видов) и совообразные (32 особи, 4 вида).

Всего зарегистрирована гибель 33 видов птиц: чёрный коршун (*Milvus migrans*), обыкновенный канюк (*Buteo buteo*), полевой лушь (*Circus cyaneus*), ястреб тетеревятник (*Accipiter gentilis*), ястреб перепелятник (*A. nisus*), обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), чирок-трескунок (*Anas querquedula*), серая куропатка (*Perdix perdix*), рябчик (*Bonasa bonasia*), обыкновенный тетерев (*Lyrurus tetrix*), чибис (*Vanellus vanellus*), большой пёстрый дятел (*Dendrocopos major*), желна (*Dryocopus martius*), вертишейка (*Jynx torquilla*), вяхирь (*Columba palumbus*), ушастая сова (*Asio otus*), болотная сова (*A. flammeus*), серая неясыть (*Strix aluco*), полярная сова (*Nyctea scandiaca*), белая трясогузка (*Motacilla alba*), обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*), серая ворона (*Corvus corax*), грач (*C. frugilegus*), галка (*C. monedula*), сорока (*Pica pica*), болотная камышовка (*Acrocephalus palustris*), длиннохвостая синица (*Aegithalos caudatus*), луговой чекан (*Saxicola rubetra*), рябинник (*Turdus pilaris*), серая славка (*Sylvia communis*), садовая славка (*S. borin*), мухоловка пеструшка (*Ficedula hypoleuca*) и щегол (*Carduelis carduelis*). Больше всего найдено останков грача (26 ос.), болотной совы (16 ос.) и сороки (13 ос.; фото 6, 7, 8).



Фото 5. Сбор материала под ЛЭП (фото Р.Х. Атауллина).
Photo 5. Material sampling under the power lines (photo by R.H. Ataulin).

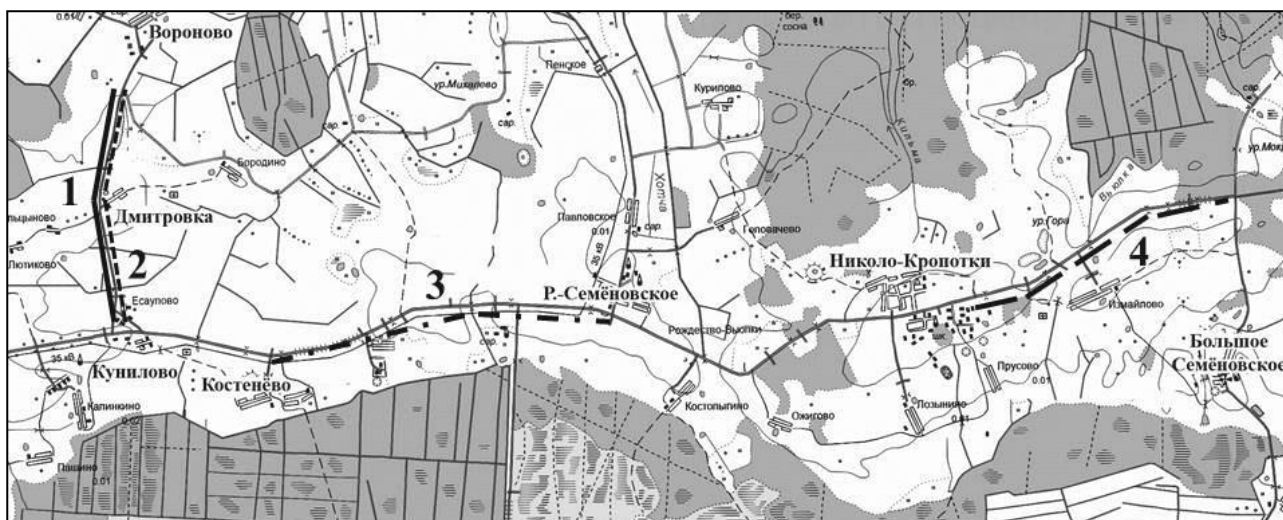


Рис. 2. Схема пеших маршрутов, пройденных под ЛЭП. *Условные обозначения:* 1 – ЛЭП с изолированными проводами, 4 км; 2 – ЛЭП с птицезащитными устройствами, 4 км; 3 – ЛЭП без птицезащитных устройств с оголёнными проводами, 4 км; 4 – ЛЭП без птицезащитных устройств с оголёнными проводами, 6 км. **Fig. 2.** Scheme of walking routes under the power lines. *Legend:* 1 – power line with insulated wires, 4 km; 2 – power line with bird diverters, 4 km; 3 – power line with bare wires and no bird diverters, 4 km; 4 – power line with bare wires and no bird diverters, 6 km.

Анализ всех останков найденных птиц показал, что более половины из них погибло в результате столкновения с транспортными средствами и из-за контакта с оголёнными электропроводами. От хищничества погибло 8% найденных птиц (как одиночных, так и на гнёздах). У 40% особей точную причину смерти установить не удалось (рис. 3).



Фото 6. Сорока, погибшая в результате поражения током, на клюве видно место поражения (фото Р.Х. Атауллина).
Photo 6. A dead magpie with the proof of electrocution on its beak (photo by R.H. Ataulin).



Фото 7. Погибшая сорока (фото Р.Х. Атауллина). **Photo 7.** A dead magpie (photo by R.H. Ataulin).



Фото 8. Погибший ворон (фото Р.Х. Атауллина).
Photo 8. A dead crow (photo by R.H. Ataulin).



Рис. 3. Причины гибели птиц на севере Подмоскovie (n = 136).

Fig. 3. Causes of birds' deaths in the north of the Moscow Region (n = 136).

Первые доказательства опасности оголённых электрических проводов для птиц были получены на пешем маршруте в сентябре 2000 г., когда на протяжении 6 км под опорами ЛЭП были найдены останки 37 особей птиц, относящихся к 6 видам (по данным Т.В. Свиридовой и Е.В. Смирновой). Бóльшую часть из них составляли грачи (26 ос.). В начале октября 2014 года в рамках программы Союза охраны птиц России «Птицы и ЛЭП» при осмотре линий электропередач в заказнике «Журавлиная Родина» и на прилегающих территориях Талдомского г.о. были найдены останки 23 особей 9 видов птиц, среди которых преобладали сороки и скворцы (12 ос.), а также чёрный коршун – вид, занесённый в Красную книгу Московской области.

После установки птицевозащитных устройств в 2015 году общее число птиц, найденных пострадавшими от удара током, значительно снизилось (до единичных случаев; фото 9, 10).

Половой состав удалось установить только у небольшой части хорошо сохранившихся останков (20% находок); возраст удалось определить примерно у трети найденных птиц. Проанализировав половозрастную структуру наиболее сохранившихся останков, мы выяснили, что чаще всего погибшими находили взрослых самок (34%). Различий в соотношении гибели разных полов молодых птиц не было (по 24%). Несколько реже встречались погибшие взрослые самцы (18%).

Выводы

За период исследований было обнаружено 136 погибших птиц, принадлежавших к 8 отрядам. Три четверти особей относились к отрядам воробьинообразные и совообразные. Бóльшая часть птиц, найденных на территории заказника и в его окрестностях, погибало в результате контактов с оголёнными проводами ЛЭП и от столкновений с транспортными средствами. Чаще гибли взрослые самки. Различий в соотношении полов погибших молодых птиц обнаружено не было. Реже всего встречались погибшие взрослые самцы.

Использование изолированных проводов на ЛЭП или установка на них специальных птицевозащитных устройств, являются наиболее эффективными методами защиты птиц от поражения электрическим током и резко снижает одну из основных причин их гибели.

Благодарности. Авторы выражают благодарность всем коллегам, а также студентам, магистрам и аспирантам Института биологии и химии МПГУ за помощь в сборе материала.

Финансирование. Анализ материалов и написание статьи выполнено в рамках темы № FMWZ-2022-0002 государственного задания Института водных проблем РАН «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий».



Фото 9. Р.Х. Атауллин с птицезащитным устройством (фото А.В. Шарикова).
Photo 9. R.H. Ataullin with a bird diverter (photo by A.V. Sharikov).



Фото 10. ЛЭП с птицезащитными устройствами (фото Р.Х. Атауллина).
Photo 10. Power lines with bird diverters (photo by R.H. Ataullin).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Защитить Журавлиную родину. 2016 [Электронный ресурс https://eepir.ru/new/zaschitity-ghuravlinuyu-rodinu/ (дата обращения 20.08.2023)]. 2. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. 2006. Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК. 256 с. 3. Красная книга Российской Федерации | <ol style="list-style-type: none"> 1. Protect the Crane Land [<i>Zashchitit' Zhuravlinuyu rodinu</i>]. 2016, Available at https://eepir.ru/new/zaschitity-ghuravlinuyu-rodinu/ (Date of Access 20/08/2023). 2. Koblik EA, Redkin YA, Arkhipov VYu. List of birds of the Russian Federation [<i>Spisok ptits Rossiyskoy Federatsii</i>]. Moscow: <i>Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK</i>, 2006:256. 3. Red Data Book of the Russian Federation, 2nd ed. [<i>Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii</i>] <i>Volume</i> |
|---|--|

- Федерации. 2021. Том «Животные». 2-ое изд. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология». 1128 с.
4. Салтыков А.В. 2003. Экологическая концепция электросетевой среды, стратегия, тактика и опыт предотвращения гибели птиц на ЛЭП // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти С.А. Бутурлина, г. Ульяновск, 19-22 сентября 2002 г. Ульяновск. С. 221-234.
 5. Салтыков А.В., Джамирзоев Г.С. 2015. Руководство по обеспечению орнитологической безопасности электросетевых объектов средней мощности (методическое пособие). Махачкала: АЛЕФ. 75 с.
 6. Список ЛЭП-уязвимых птиц России. 2016 [Электронный ресурс <http://www.rbcu.ru/programs/313/32781/> (дата обращения 20.08.2023)].
 7. Федеральный закон от 17.02.1995 № 16-ФЗ. 1995а [Электронный ресурс <https://base.garant.ru/2107886/> (дата обращения 20.08.2023)].
 8. Федеральный закон «О животном мире». 1995б [Электронный ресурс https://ecology.gpntb.ru/usefullinks/officialdoc/zakonrf/zakons_federalzak/zakons_237/ (дата обращения 20.08.2023)].
 9. Электрическая смерть – всемирная опасность птиц. 2008 [Электронный ресурс <http://www.rbcu.ru/programs/313/3944/> (дата обращения 20.08.2023)].
 4. Saltykov AV. Ecological concept of the electric grid environment, strategy, tactics and experience in preventing bird deaths on power lines [*Ekologicheskaya kontseptsiya elektrosetevoy sredy, strategiya, taktika i opyt predotvrashcheniya gibeli ptits na LEP*] Proc. of the I All-Russian Scientific and Practical Conference in memory of S.A. Buturlin, Ulyanovsk, Russia, September 19-22, 2002 [*Materialy I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchonnoy pamyati S.A. Buturlina*]. Ulyanovsk, 2003:221-234.
 5. Saltykov AV, Dzhamirzoev GS. Guidelines for ensuring ornithological safety of medium capacity electric grid facilities (methodical manual) [*Rukovodstvo po obespecheniyu ornitologicheskoy bezopasnosti elektrosetevykh ob'yektov sredney moshchnosti (metodicheskoye posobiye)*]. Makhachkala: ALEF, 2015:75.
 6. List of Power Line Vulnerable Birds of Russia [*Spisok LEP-uyazvimykh ptits Rossii*]. 2016, Available at <http://www.rbcu.ru/programs/313/32781/> (Date of Access 20/08/2023).
 7. Federal law, 17.02.1995 № 16-FZ [*Federal'nyy zakon ot 17.02.1995 № 16-FZ*]. 1995a, Available at <https://base.garant.ru/2107886/> (Date of Access 20/08/2023).
 8. Federal law “On the animal world” [*Federal'nyy zakon “O zivotnom mire”*]. 1995b, Available at https://ecology.gpntb.ru/usefullinks/officialdoc/zakonrf/zakons_federalzak/zakons_237/ (Date of Access 20/08/2023).
 9. Electric death – The worldwide danger of birds [*Elektricheskaya smert' – Vsemirnaya opasnost' ptits*]. 2008, Available at <http://www.rbcu.ru/programs/313/3944/> (Date of Access 20/08/2023).

UDC 502.747; 621.315.1

ANALYSIS OF CAUSES OF BIRDS DEATH IN MOSCOW REGION

© 2023. A.V. Sharikov*, R.Kh. Ataulin*, T.V. Makarova*,
A.V. Makarov**, O.S. Grinchenko****

**Moscow State Pedagogical University*

6-2, Kibalchicha Str., 129164, Moscow, Russia. E-mail: avsharikov@ya.ru

***House of Scientific and Technical Creativity of Youth*

37, Donskaya Str., Moscow, 117419, Russia

******Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences*

3, Gubkina Str., Moscow, 119333, Russia

In Russia, many birds die due to electrocution caused by power lines. Uninsulated parts, such as wires and contacts, and grounded support posts and crossarms are easily accessible to birds. If the bird touches both the grounding element and the wire, it completes the circuit, which gives bird an electric shock, usually fatal. The distance between the wire and the corner of the grounded crossarm is 15-25 cm, which is roughly the body size of a small bird. It is less common for birds to close a circuit between wires, since the gap between the phases is much larger, but this is nonetheless dangerous for large species of birds.

Power lines are an integral part of the industrial landscape of the Central Non-Black Earth Region. In the north of the Moscow Region, where the “Crane Land” system of specially protected natural areas is located, there is a developed network of power lines with various characteristics. Before 2015-2017, when the bird diverters were installed and the bare wires were replaced with self-supporting insulated wires, the death of birds from electric shock was often there. Moreover, there are a number of negative factors that cause the death of birds, and so this article is the first one to summarize those causes.

Keywords: birds and power lines, bird diverters, self-supporting insulated wires, industrial landscape.

Acknowledgments. The authors are grateful to all their colleagues, students, masters and graduate students of the Institute of Biology and Chemistry of Moscow State Pedagogical University for their assistance in collecting the data and materials.

Funding. The article and the analysis of materials were carried out as part of the topic No. FMWZ-2022-0002 of the state assignment of the Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences “Research of Geo-Ecological Processes in Hydrological Systems of Land, the Formation of the Quality of Surface and Groundwater, Problems of Water Resource Management and Water Use in Conditions of Climate Change and Anthropogenic Influences”.

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-3-70-81

EDN: CNWMHM