

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТОМ 109

8

август



НАУКА
— 1727 —



Москва
2024

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE

**BOTANICHESKII
ZHURNAL**

Volume 109

№ 8

MOSCOW 2024

Founders:

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
BRANCH OF BIOLOGICAL SCIENCES RAS
RUSSIAN BOTANICAL SOCIETY
BOTANICHESKII ZHURNAL

Periodicity 12 issues a year
Founded in December 1916

Journal is published the algis of the Branch of Biological Sciences RAS

Editor-in-Chief

L. V. Averyanov, Doctor of Sciences (Biology)

EDITORIAL BOARD

O. M. Afonina (Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
I. N. Safronova (Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
I. I. Shamrov (Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
A. K. Sytin (Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
D. S. Kessel (Executive Secretary, St. Petersburg, Russia),
N. V. Bitukova (Secretary, St. Petersburg, Russia),
O. G. Baranova (Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
S. Volis (PhD, Kunming, China),
A. V. Herman (Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Moscow, Russia),
T. E. Darbayeva (Doctor of Sciences (Biology), Uralsk, Kazakhstan),
L. A. Dimeyeva (Doctor of Sciences (Biology), Almaty, Kazakhstan),
M. L. Kuzmina (PhD, Guelph, Canada),
M. S. Kulikovskiy (Doctor of Sciences (Biology), Moscow, Russia),
M. V. Markov (Doctor of Sciences (Biology), Moscow, Russia),
T. A. Mikhaylova (Candidate of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
A. A. Oskolski (Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia; Johannesburg, RSA),
Z. Palice (PhD., Prùhonice, Czech Republic),
A. A. Pautov (Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
M. G. Pimenov (Doctor of Sciences (Biology), Moscow, Russia),
R. E. Romanov (Candidate of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
A. N. Sennikov (Candidate of Sciences (Biology), Helsinki, Finland),
D. D. Sokoloff (Doctor of Sciences (Biology), Moscow, Russia),
I. V. Sokolova (Candidate of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
M. J. Tikhodeeva (Candidate of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia),
A. C. Timonin (Doctor of Sciences (Biology), Moscow, Russia),
V. S. Shneyer (Doctor of Sciences (Biology), St. Petersburg, Russia)

Managing editor M. O. Nabatova-Azovskaya
Executive editor of the issue A. K. Sytin

E-mail: botzhurn@mail.ru, mari.nabatova-azovskaya@mail.ru

Moscow 2024

© Russian Academy of Sciences, 2024
© Compilation Editorial board
of “Botanicheskii Zhurnal”, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Том 109, номер 8, 2024

СООБЩЕНИЯ

- Флора окрестностей Бурулгинского мыса (низовья р. Индигирки, северо-восток Якутии)
*Т. М. Королёва, П. А. Гоголева, О. В. Хитун, В. В. Петровский,
Е. И. Троева, С. В. Чиненко, Г. Н. Ефимов* 729
- Анализ флористического состава степных сообществ региона Кавказских Минеральных Вод
*К. В. Шукина, Т. М. Лысенко, Д. С. Шильников, В. Ю. Нешатаева,
Д. С. Кессель, Н. С. Ликсакова, М. В. Нешатаев* 747
- Межклеточные связи у *Chaetopteris plumosa* (Sphacelariales, Phaeophyceae)
Е. О. Кудрявцева 768
- Морфологическая характеристика семян четырех видов рода *Cuscuta* (Cuscutaceae)
Амурской области
Е. В. Лесик, И. А. Крещенок, Н. Ю. Леусова, Г. Ф. Дарман 780
-

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

- Новые виды сосудистых растений для флоры острова Сахалин
Н. Д. Сабирова, Р. Н. Сабиров 793
-

МЕТОДИКА БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- База данных “Локальные флоры России” в открытом доступе
*А. П. Серёгин, Д. А. Бочков, К. Ю. Марченкова, Я. О. Магазов,
С. В. Дудов, В. В. Чепинога* 799
-

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Борис Николаевич Головкин (1934–2011) — ботаник, цветовод и популяризатор науки
Е. А. Боровичев, Л. Л. Виравчева, Г. Л. Коломейцева 821
-

CONTENTS

Vol. 109, number 8, 2024

COMMUNICATIONS

- Flora of the Burulginsky Cape vicinities (lower reaches of the Indigirka River, north-east Yakutia)
T. M. Koroleva, P. A. Gogoleva, O. V. Khitun, V. V. Petrovskii,
E. I. Troeva, S. V. Chinenko, G. N. Efimov 729
- Analysis of the floristic composition of steppe communities of the Caucasian Mineral Waters region
K. V. Shchukina, T. M. Lysenko, D. S. Shilnikov, V. Yu. Neshataeva,
D. S. Kessel, N. S. Liksakova, M. V. Neshataev 747
- Intercellular communications in *Chaetopteris plumosa* (Sphacelariales, Phaeophyceae)
E. O. Kudryavtseva 768
- Morphological characteristics of seeds of four species of the genus *Cuscuta* (Cuscutaceae) of the Amur Region
E. V. Lesik, I. A. Kreshchenok, N. Yu. Leusova, G. F. Darman 780
-

FLORISTIC RECORDS

- Species of vascular plants new for the flora of Sakhalin Island
N. D. Sabirova, R. N. Sabirov 793
-

METHODS OF BOTANICAL RESEARCH

- “Local Floras of Russia” dataset in open access
A. P. Seregin, D. A. Bochkov, K. Y. Marchenkova, Y. O. Magazov, S. V. Dudov, V. V. Chepinoga 799
-

HISTORY OF SCIENCE

- Boris Nikolaevich Golovkin (1934–2011): botanist, floriculturist and popularizer of science
E. A. Borovichev, L. L. Viracheva, G. L. Kolomeitseva 821
-
-

СООБЩЕНИЯ

ФЛОРА ОКРЕСТНОСТЕЙ БУРУЛГИНСКОГО МЫСА
(НИЗОВЬЯ Р. ИНДИГИРКИ, СЕВЕРО-ВОСТОК ЯКУТИИ)

© 2024 г. Т. М. Королева^{1, *}, П. А. Гоголева^{2, **}, О. В. Хитун¹, В. В. Петровский¹,
Е. И. Троева^{3, ***}, С. В. Чиненко¹, Г. Н. Ефимов¹

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
ул. Проф. Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

²Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
ул. Белинского, 58, Якутск, 677000, Россия

³Институт биологических проблем криолитозы СО РАН
пр. Ленина, 41, Якутск, 677000, Россия

*e-mail: korolevatm@gmail.com

**e-mail: sedum@mail.ru

***e-mail: etroeva@mail.ru

Поступила в редакцию 31.05.2024 г.

Получена после доработки 10.08.2024 г.

Принята к публикации 13.08.2024 г.

Впервые приводится полный аннотированный список видов сосудистых растений и анализируется самая богатая из известных в низовьях реки Индигирки локальная флора “Бурулгинский мыс” (262 вида и подвида, 109 родов, 41 семейство), включающая целый ряд редких для северной Якутии и семь региональных краснокнижных видов, а также эндемичные для Арктики таксоны *× Trisetokoeleria jurtzevii* Probat. и *× T. taimyrica* Tzvel. Обсуждается сходство изученной флоры с локальными флорами из Восточносибирской и Чукотской провинций Арктической флористической области (низовий рек Анабар, Лены, Индигирки, Колымы и Западной Чукотки), определен ее тип как восточносибирской гипоарктической флоры, с преобладанием в ее составе мезофитов и с заметным участием видов засушливых местообитаний. Рекомендовано включить территорию локальной флоры “Бурулгинский мыс” площадью около 200 км² в категорию особо охраняемых объектов как район повышенного разнообразия сосудистых растений.

Ключевые слова: биоразнообразие, локальная флора, сосудистые растения, Индигирская низменность, Кондаковское плоскогорье, краснокнижные виды, эндемичные таксоны

DOI: 10.31857/S0006813624080012, EDN: PBNYCI

Изучение закономерностей динамики биоразнообразия в пространстве и времени актуально на современном этапе развития ботаники и привлекает внимание многих исследователей растительного покрова. Для проведения оценки территории по фиторазнообразию и мониторинговых исследований одним из самых информативных методов является изучение состава флоры этой территории и ее характеристик. Исследования методом конкретных флор дают качественную основу при наземном изучении разнообразия видового состава и характера растительного покрова конкретных территорий, дают возможность точно выявить районы повышенного биоразно-

образия и выявить тенденции в изменении его параметров (численности видов, таксономической, географической и экологической структуры, изменения встречаемости и обилия видов, соотношения жизненных форм растений и т. д.). Каждая новая информация о полноценно изученной локальной флоре представляет собой значительную научную ценность и служит базой для исследований многих других ботанических направлений.

Данная статья посвящена характеристике самой богатой локальной флоры (ЛФ) индигирской тундры, впервые изученной авторами. Цель и задачи проведенного исследования — выявление

ние полного видового состава сосудистых растений, отработка методических приемов выявления наиболее полного спектра типов местообитаний этой территории, изучение экологии и распространения в ее пределах каждого вида, анализ таксономической, географической и экологической структуры локальной флоры и определение места данной флоры в системе флористического районирования Арктики. Новизна исследования — все данные по выявлению состава флоры этой территории получены впервые.

Полевые исследования растительного покрова тундровой зоны в низовьях реки Индигирки авторы провели в июле–августе 2013, 2014 и 2021 гг. Выбор этого района для флористических исследований обусловлен скудными данными по локальным флорам низовий Индигирки, что наблюдается и на других северных территориях Якутии. В целях наиболее полного охвата разнообразия типов местообитаний в этом регионе были выбраны окрестности рыбацкого поселения Крест близ устья горной речки Крест-Аппата ($70^{\circ}44'$ с.ш., $148^{\circ}44'$ в.д.), расположенного на горном правобережье реки Индигирки, в 50–55 км к востоку от пос. Чокурдах. Территория локальной флоры включает урочище “Бурулгинский камень” с краевой северо-западной точкой у Бурулгинского мыса ($70^{\circ}47'$ с.ш., $148^{\circ}45'$ в.д.), северо-западные отроги Кондаковского плоскогорья, низменный левый берег реки и острова в пойме реки: Бурулгин ($70^{\circ}44'$ с.ш., $148^{\circ}44'$ в.д.), и Новая Сибирь ($70^{\circ}47'$ с.ш., $148^{\circ}45'$ в.д.).

Согласно флористическому районированию Арктики (Yurtsev et al., 1978), район исследований относится к Яно-Колымской подпровинции Восточносибирской провинции Арктической флористической области, а по районированию, принятому в Якутии (Raznoobrazie ..., 2005; Egorova, 2016; Opredelitel..., 2020 и др.), расположен на границе Арктического и Яно-Индигирского флористических районов.

Характеристика района исследований

Река Индигирка на исследуемой территории течет почти строго с юга на север, но в районе Бурулгинского мыса круто поворачивает на восток, отграничивая вершину дельтовой равнины от высокой увалистой возвышенной равнины правого берега реки, смыкающейся на юге

с северо-западными отрогами кряжа Бонга-Тага (Кондаковское плоскогорье) и постепенно снижающейся с юга на север. На западе эта возвышенная равнина круто обрывается к руслу реки, формируя высокий правый борт ее долины с почти непрерывным на протяжении нескольких километров рядом скалистых обнажений различных горных пород, изредка прерываемых преимущественно узкими распадками и долинами глубоковрезанных горных речек и ручьев. В литературе эта местность иногда называется урочищем “Бурулгинский Камень”. Абсолютные высоты этого берега составляют от 5–10 м на юге исследуемой территории до 60–80 (110) м над ур. моря у мыса, и повышаются к юго-востоку от долины реки, сменяясь щебнистым плоскогорьем. Кондаковское плоскогорье в целом характеризуется долинно-увалистым рельефом со средней высотой 300–350 м (Raznoobrazie..., 2005) и лишь к северу, достигая территории изученной флоры, снижается до 100–250 м. Левый берег р. Индигирки представляет в этом районе низкую заболоченную территорию с обилием озерков и проток, переходящую в прилегающую сильно заболоченную низменную равнину — междуречье долин рек Индигирки и Берелех, связанных многочисленными извилистыми протоками. На больших островах в пойме Индигирки встречаются крупные выходы чистых песков (дюны). В целом рельеф всей территории локальной флоры можно характеризовать как горно-равнинный.

Разнообразие типов экотопов в исследованном районе представлено, вероятно, наиболее полно для Индигирской низменности (отсутствуют лишь местообитания морских побережий и береговые обрывистые склоны с проявлением активных процессов термокарста) и включает следующие группы местообитаний: 1 — возвышенная суглинистая увалистая равнина; 2 — низкий (5–10 м) левый берег реки, переходящий в торфяно-глинистую равнину с отдельными холмами-булгуньями и множеством проток, озер и озерков; 3 — пойма и надпойма речной долины (пляжи, обсыхающие песчаные, глинистые и галечные отмели, глинистые короткие береговые склоны, низкие торфяно-глинистые острова, глухие заиленные мелководные протоки); 4 — щебнистые горные террасированные склоны и невысокие (до 150–250 м над ур. моря) пологие вершины краевых участков северо-западных отрогов кряжа; 5 — скалистые и каменистые вы-

ходы горных пород разного состава и возраста, слагающих коренной береговой склон — правый борт речной долины, имеющий фестончатый облик с выступами из каменистых пород и неглубокими распадками с мелкоземистыми склонами; 6 — массивные выходы песков на островах (береговые валы и понижения между ними, дюны, отмели, размытые зарастающие старые валы); 7 — глубоковрезанные долины горных ручьев и рек, стекающих с Кондаковского плоскогорья к руслу Индигирки, расширяющиеся в местах впадения в Индигирку; 8 — бугры-байджарахи на северном невысоком склоне возвышенности на севере и на глинистом невысоком (до 10 м) северном склоне речной долины на юге исследуемой территории.

Отдельного упоминания заслуживают экотопы, встречающиеся на разных элементах рельефа, но имеющие существенные особенности своего режима: 1 — экотопы с продолжительным нивальным режимом в местах снежных забоев, на местах залеживания снежников, на экспонированных на север участках береговых обрывов, в отрицательных (вогнутых) формах рельефа, у подножья береговых склонов; 2 — местообитания антропогенно-нарушенных участков территории (у рыбацких домиков на берегу реки, свалках техники на горных уступах, у домов поселения Новый Ойотунг и др.); 3 — экотопы с заметным влиянием зоогенного фактора: норы животных (песцов, леммингов и т. д.), места посадок и “столовые” хищных птиц на повышениях микро рельефа (холмиках, крупных кочках, бугорках).

Следует отметить наличие техногенного местообитания — отсыпанной (несколько десятилетий назад) под планируемую дорогу на высокой равнине (от горных террас и вершин к руслу реки) щебнистой насыпи высотой до 50–70 см, шириной 1.5–2.0 м и длиной около 4–5 км, которая заселяется видами близлежащих горных и равнинных экотопов, в том числе очень редкими. В изложенном порядке экотопы с уточнением конкретного местообитания приводятся в аннотациях к видам в предлагаемом списке (см. приложение).

Растительность низовий р. Индигирки исследовалась еще в 30-х годах прошлого столетия и охарактеризована с разной степенью подробности в работах нескольких ботаников (Sheludyakova, 1938; Tyrtikov, 1958; Boch, 1975; Perfilieva et al., 1991; Egorova, 1992; Telyatnikov et al., 2015, и др.),

поэтому в данной статье мы ограничимся лишь кратким обзором. В квадратных скобках после некоторых общепринятых латинских названий видов приведены современные комбинации.

На возвышенной равнине, как и в других районах Индигирской низменности, наибольшие площади занимают бугорковые кустарничково-осоково (*Carex arctisibirica* [*C. bigelowii* Torr. ex Schwein subsp. *arctisibirica* (Jurtzev) Å.Löve & D.Löve])—лишайниково-моховые тундры, сменяющиеся в понижениях с постоянным увлажнением кочкарными кустарничково-пушицево (*Eriophorum vaginatum*)—моховыми тундрами. На более дренированных участках (прибровочные края равнины) широко развиты покровные и куртинные дриадовые (*Dryas punctata*, *D. incisa*) тундры, часто полидоминантные с *Arctous alpina*, *Empetrum subholarticum*, шпалерными *Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum* и *Ledum palustre* subsp. *decumbens* [*Rhododendron tomentosum* (Stokes) Harmaja], а в более увлажненных местах в небольших понижениях — с *Betula exilis* и *Cassiope tetragona*, с разреженным ярусом трав. Пологие горные склоны и вершины сопок покрыты преимущественно разреженной растительностью, в наиболее благоприятных условиях развиты щебнистые дриадовые и дриадово-лишайниковые тундры с разреженным разнотравьем, в местах снежных забоев — разнотравные луговины с небольшим участием *Salix polaris*. На открытых пологих вершинах гор развиты лишайниковые (корникуляриевые и др.) сообщества, придающие горным поверхностям черный аспект.

На исследуемой территории преобладают различные варианты тундровых, преимущественно кустарничковых и травяных, сообществ, иногда с заметным участием мхов и лишайников; значительно меньшую площадь занимает тундрово-болотная растительность, представлены кустарниковые сообщества, приуроченные преимущественно к долине реки, как и фрагменты луговой растительности. Присутствуют небольшие участки ксерофитных (сухо-луговых) сообществ (на пологих прибровочных участках склонов коренного правого берега, преимущественно южной экспозиции). Водная и прибрежно-водная растительность встречается в низовьях горных рек и ручьев, в пойме реки, на островах и по левобережью реки. Небольшую площадь занимает нивальная растительность (разнотравные

луговины) в местах снежных забоев и на северных береговых склонах, в понижениях на равнине, но она, тем не менее, довольно часто отмечается по всей территории. Лесные сообщества отсутствуют, однако подрост *Larix cajanderi* был найден в нескольких местообитаниях: единичная особь в виде многоствольного кустарника высотой до 1.2 м обнаружена на острове Бурулгин и одиночные, не превышающие рядом растущие кустарники, экземпляры лиственницы были замечены среди невысоких (до 0.5–0.7 м высотой) зарослей ольховника на береговом склоне правобережья. Вероятно, и здесь, как и в окрестностях Чокурдаха (Koroleva et al., 2019), за последние десятилетия лиственница продвинулась к северу.

Береговые склоны, экспонированные на юг и юго-запад, оказываются наиболее благоприятными (прогреваемыми) местообитаниями в этом регионе, — на них, преимущественно в нижней, реже в средней, части этих склонов, довольно обильно развита кустарниковая растительность, которая представлена, кроме ивовых, сообществами *Betula exilis*, *Alnus fruticosa* [*A. alnobetula* (Ehrh.) K.Koch subsp. *fruticosa* (Rupr.) Raus], иногда с примесью *Rosa acicularis*, все высотой около 0.5–0.7 м, а по бортам защищенных и менее крутых склонов распадков кустарники поднимаются до верхних уровней. Различные виды ивы на западных и юго-западных окраинах крупных островов и в устьях горных рек формируют более высокие (до 1.5–2.0 м высотой) разреженные заросли, но они занимают крайне небольшую площадь. Чаще всего на островах встречаются невысокие (до 0.5 м высотой) ивняки из *Salix lanata* с примесью *S. glauca* и других видов ивы и ерника при хорошем дренаже, и заболоченные, с травяно-осоково-моховым нижним ярусом — при затрудненном. Болотные сообщества приурочены прежде всего к левому берегу реки, болотистые низины заняты травяной и травяно-моховой с кустарниками растительностью, а тундрово-болотные полигонально-валиковые комплексы встречаются также и в понижениях на равнине правого берега, на днищах оврагов, и в северной части изученной территории развиты сильнее. Водная и прибрежно-водная растительность в основном встречается на левобережье реки и некоторых участках островов, но отмечена и на правом берегу — на севере исследуемой территории, и в озерах-провалах на высокой равнине.

Луговые сообщества (злаковые: *Deschampsia sukatschewii* [*D. cespitosa* (L.) Beauv. subsp. *cespitosa*], *Poa pratensis*, *P. arctica* var. *vivipara*, *P. alpigena*, *Alopecurus alpinus* [*A. magellanicus* Lam.], *A. glaucus* [*A. magellanicus* subsp. *glaucus* (Less.) Valdés et H. Scholz] и разнотравно-злаковые) встречаются небольшими участками на пойменной террасе реки, на обсыхающих отмелях, в устьях рек. Антропогенные луговины развиты возле домов, на повышениях, преимущественно на островах.

Довольно неожиданным для тундровой территории оказалось присутствие здесь сухих разнотравно-злаковых и разнотравно-осочковых сообществ (*Poa glauca*, *P. botryoides*, *P. filiculmis*, *Hierochloa alpina*, *Festuca brachyphylla*, *Koeleria asiatica*, *Carex supina* subsp. *spaniocarpa*, *C. melanocarpa*, с ксерофильным и петрофильным разнотравьем (*Draba cinerea*, *Pulsatilla multifida* [*P. patens* (L.) Mill. subsp. *multifida* (Pritz.) Zämelis], *Potentilla arenosa*, *Dianthus repens*, *Saxifraga spinulosa* [*S. bronchialis* L. subsp. *spinulosa* (Adams) Hulten], *Androsace ochotensis*, *Crepis chrysanthus* subsp. *chrysanthus* Froel., *Thymus oxyodontus* и др., заселяющих остепненные участки на взлобках над обрывами, экспонированными на юг и юго-запад, в прибрежной части равнины, на высыпках щебнистых пород, а также в пойме реки — на песчаных дюнах и старых береговых валах. Растительность песчаных выходов значительно отличается от остальной как видовым составом, так и обилием разнотравья (*Armeria maritima*, *Sagina nodosa*, *Tanacetum bipinnatum*, *Equisetum variegatum*, *Oxytropis deflexa*, *Erigeron eriocephalus* и др.), осок и злаков ксерофильного облика (*Roegneria villosa*, *Festuca rubra* subsp. *arctica* [*F. richardsonii* Hook.] и др.), а на старых береговых валах — развитием мозаичного покрова из кустарничков (*Arctous erythrocampa*, *Dryas punctata*, *D. incisa*) с редкими низкими кустарниками *Salix glauca*, реже — арктоусово-хвощовых (*Arctous erythrocampa*, *Equisetum variegatum*) сообществ.

По геоботаническому районированию, район исследований расположен в пределах резко континентального Омолуйско-Индибирского округа Яно-Индибирской подпровинции Восточносибирской провинции субарктических тундр (Aleksandrova, 1977). Растительность окрестностей Бурулгинского мыса относится к поясу средних субарктических (типичных) тундр (Aleksandrova, 1971), у границы с южными тун-

драми. М.Ю. Телятников и др. (Telyatnikov et al., 2015), недавно изучавшие равнинные и горные тундры в окрестностях Бурулгинского мыса, относят растительность плакоров этой территории к подзоне типичных тундр, что согласуется с нашими наблюдениями.

Климат района резко континентальный, субарктический, с очень холодной продолжительной зимой и коротким прохладным летом. О небольшой продолжительности теплого (вегетационного) периода года и его температурном режиме наглядно свидетельствует ход среднемесячных температур воздуха (рис. 1) по трем многолетним периодам на ближайшей к району исследований метеостанции пос. Чокурдах, расположенной примерно на той же широте, но в 50 км к западу и на большем удалении от влияния Восточно-Сибирского моря. Изменения почти не прослеживаются в первые 40–60 лет наблюдений, но заметно отличаются в последнее двадцатилетие – в сторону некоторого потепления всего вегетационного периода и даже небольшого уве-

личения его продолжительности (на несколько дней). Среднемесячная годовая температура воздуха за весь период наблюдений в Чокурдах (1945–2023) составляет 13.1°C (рассчитана авторами по данным сайта www.pogodaiklimat.ru, дата обращения 02.02.2024). Континентальность климата этого региона усиливается и низкой суммой выпадающих преимущественно летом, осенью и в начале зимы, осадков: среднемесячная сумма осадков за год составляет 217 мм (рассчитана авторами), но годовые суммы осадков от года к году довольно резко меняются: от (91) 107–113 до 200–300 мм (и даже в 2011 г. – 428 мм!) (www.pogodaiklimat.ru, дата обращения 12.02.2024), причем цикличности сезонов по количеству осадков не прослеживается.

Необходимо отметить, что природные условия в окрестностях Бурулгинского мыса немногим более суровые, чем в окрестностях пос. Чокурдах, так как эта территория расположена ближе к побережью Восточно-Сибирского моря (примерно в 120 км по прямой) и преимущественно

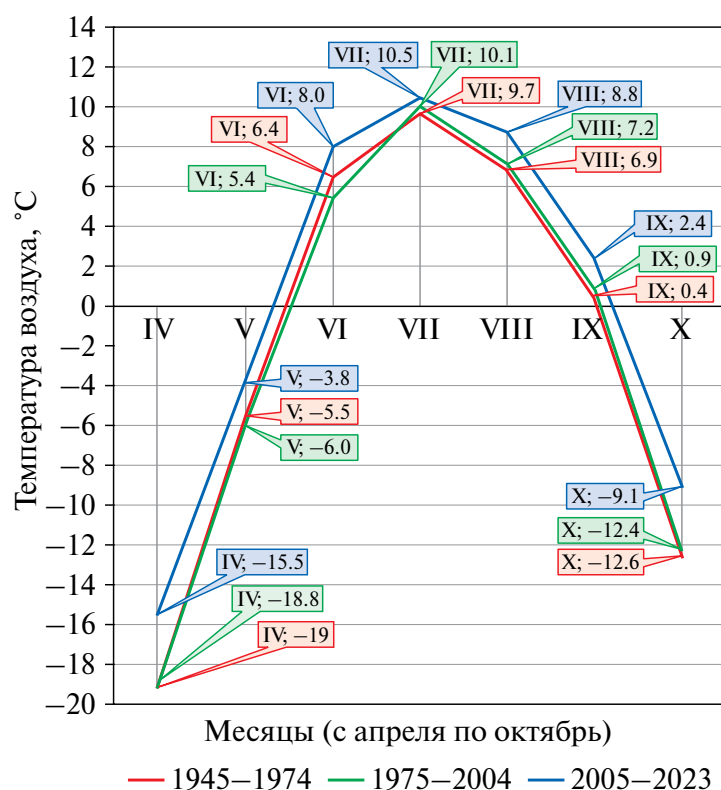


Рис. 1. Ход среднемесячной температуры воздуха, °C, по трем многолетним периодам (1945–1974; 1975–2004; 2005–2023) по данным метеостанции пос. Чокурдах (70°37' с.ш., 147°53' в.д.).

Fig. 1. Variation of average monthly air temperature, °C, over three long-term periods (1945–1974; 1975–2004; 2005–2023) according to the weather station in the village Chokurdakh (70°37' N, 147°53' E).

на больших высотных уровнях, о чем свидетельствуют и чаще встречающиеся здесь нивальные местообитания.

Флору этой территории целенаправленно ранее не изучали, в литературе относительно полные (всего 133 вида) первые сведения о флоре двух пунктов тундровых районов низовий р. Индигирки (пос. Чокурдах и пос. Полярный) были приведены в работе М.С. Боч и В.Т. Царевой (Boch, Tsareva, 1974). Позднее в работах А.А. Егоровой для всего региона низовий Индигирки и Кондаковского плоскогорья указывалось уже до 314 видов (Egorova et al., 1991; Egorova, 2016). С учетом опубликованных ранее авторами нескольких локальных флор из тундровых и лесотундровых районов низовий Индигирки (Korobkov et al., 2016; Koroleva et al., 2019; Khitun et al., 2020) и представляемой в данной статье локальной флоры этот список достиг более 370 видов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для статьи послужили, в основном, гербарные сборы авторов и полевые записи, сделанные в ходе исследования растительного покрова данной территории, а также гербарные образцы из фондов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE) и Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (SASY).

Полевые исследования проведены методом конкретных флор, предложенным А.И. Толмачевым (Tolmachev, 1931, 1986). В современной трактовке этот метод включает обследование флоры и растительности на территории радиусом 5–10 км (площадью 100–300 км²), т.е. в пределах доступности однодневными пешими маршрутами из центральной точки — базового лагеря. Подробнее метод описан в нашей предыдущей публикации (Koroleva et al., 2019). В камеральных условиях, после определения гербарных образцов, полевые списки видов уточняются, составляются экологические и биологические аннотации к ним, оценивается встречаемость каждого вида на территории изучаемой флоры в 3–6-ти ступенчатой шкале: очень редко и редко — нередко и нечасто — часто и обычно. По геоботаническим описаниям составляется краткий обзор растительности данной территории. Полнота выявления видового состава флоры и особенности произрастания и встречаемости каждого вида на данной территории составляет основу, на которой могут быть

построены исследования других ботанических направлений, и которая, в то же время, позволяет анализировать многие аспекты особенностей изучаемой флоры и может служить надежной исходной информацией для дальнейшего мониторинга изменений растительного покрова на данной территории.

Методические приемы, использованные авторами для охвата наиболее полного спектра возможных местообитаний этого региона, выражались в следующих действиях: после обследования территорий вблизи от полевого лагеря целенаправленно охватывались маршрутами на моторных лодках острова в пойме реки, где были обнаружены крупные выходы песков, отсутствующие на правом берегу реки; также позднее в исследование вовлечены левобережные заболоченные низины с холмами и приозерной растительностью, которые присутствуют и на правом берегу реки, особенно на северной окраине исследуемой территории, но очень небольшими участками. Целенаправленно посещены щебнистые невысокие отроги кряжа, входящего в состав Кондаковского плоскогорья, резко отличающиеся от остальной территории по характеру грунтов.

Анализ флоры проведен по ранее отработанной методике сравнительного анализа локальных флор с расчетом количественных и типологических параметров флоры: таксономической, географической (долготной и широтной) и экологической (по степени увлажненности местообитаний) структуры флоры. Попарное сравнение флор по разным показателям с использованием коэффициента Сьеренсена—Чекановского (для сравнения по видовому составу) и его модификации для весовых множеств — для сравнений таксономических и географических спектров флор — долей разных групп видов во флорах (Yurtsev, Semkin, 1980; Zverev, 2007) выполнено в системе IBIS (Zverev, 2007), из нее матрицы сходства экспортированы в программу Statistica for Windows 10.0 (Hill, Lewicki, 2006), в которой проведена иерархическая агломеративная кластеризация и построены дендрограммы методом взвешенного среднеарифметического связывания, WPGMA (Zverev, 2007).

Для уточнения места данной флоры в системе районирования Арктики и оценки ее характеристик проведено сравнение изученной флоры с флорами из соседних флористических подпро-

винций и провинций. Для этих целей привлечены материалы сети локальных флор Арктики и Субарктики России, созданной в Лаборатории растительности Крайнего Севера БИН РАН. Сеть представляет собой электронную базу данных в информационной системе IBIS, созданной А.А. Зверевым (Zverev, 2007), которая используется для хранения данных по 327 локальным флорам и для расчетов флористических параметров. Использованы данные по 13 ЛФ территорий со сходными природными условиями из трех подпровинций Восточносибирской провинции и 1 подпровинции Чукотской провинции Арктической флористической области (Yurtsev et al., 1978): из низовий р. Анабар (пос. Юрюнг-Хая – № 1) и левобережья р. Лены (о-в Тит-Ары – № 2 и р. Булкур – № 3) в *Анабаро-Оленекской подпровинции*; правобережья р. Лены в низовьях (р. Арангастах и р. Бедер – № 4, о-в Тас-Ары – № 5 и р. Огоньюр-Юрэге – № 6) в *Хараулахской подпровинции*; левобережья р. Индигирки (пос. Чокурдах – № 7); среднего течения р. Шандрин – притока Колымской протоки р. Индигирки – № 9; левобережья р. Колымы (окрестности пос. Походск – № 10) в *Яно-Колымской подпровинции Восточносибирской провинции*; правобережья р. Колымы в низовьях (устье р. Каменушки – № 11 и мыса Крутая Дресва – № 12) и Анюйского нагорья (верховья р. Лельвергыргын – № 13 и ручья Лесной – № 14) в *Континентально-Чукотской подпровинции Чукотской провинции* (использованы данные из: Plieva, 1996; Petrovskii, Sekretareva, 2010, 2011; Korobkov et al., 2016; Koroleva et al., 2019). Флоре окрестностей Бурулгинского мыса придан № 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований впервые получены достаточно полные достоверные данные о флоре окрестностей Бурулгинского мыса, в которой зарегистрировано 262 вида и подвида сосудистых растений, 109 родов и 41 семейство. Были обнаружены новые местонахождения нескольких редких видов флоры северной Якутии, включая виды из Красной книги Республики Саха (Якутия) (Krasnaya..., 2017).

Список видов с аннотациями помещен в приложение к статье (на сайте Ботанического журнала). Названия видов и подвидов в списке для сохранения преемственности данных приводятся

в основном по фундаментальным сводкам “Арктическая флора СССР” (Arctic..., 1960–1987) и Флора Сибири (Flora ..., 1987–1997), с некоторыми дополнениями по другим источникам (Conspectus..., 2012; Opredelitel..., 2020; и др.), в квадратных скобках после названия вида приведены синонимы. В списке семейства расположены по системе Энглера, роды и виды – по алфавиту. После названия видов приведены следующие данные: местообитания, в которых вид встречается; встречаемость вида на территории локальной флоры; принадлежность вида к долготной и широтной географическим группам и к экологической группе по увлажненности местообитаний.

Как видно из приведенного списка видов, богатство ЛФ Бурулгинского мыса значительно выше, чем ЛФ окрестностей пос. Чокурдах, с которой изученная флора имеет 189 общих видов. В то же время во флоре Чокурдаха насчитывается 32 вида, не отмеченных в окрестностях Бурулгинского мыса, причем почти половина из них явно занесены в результате хозяйственной деятельности человека (*Beckmannia syzigachne*, *Hordeum jubatum*, *H. brevisubulatum*, *Ranunculus sceleratus*, *Draba nemorosa*, *Monolepis asiatica*, *Astragalus schelichowii*, *Oxytropis leucantha* subsp. *subarctica*, *Vicia macrantha*, *Tripleurospermum inodorum* и др.), и, вероятно, еще не продвинулись до данной территории (Koroleva et al., 2019). Несколько видов не отмечены, по-видимому, из-за отсутствия соответствующих местообитаний, например, водных (*Eleocharis acicularis*, *Batrachium eradicatum*, *Utricularia vulgaris*) или сфагновых болот (*Saxifraga foliolosa*). Нельзя исключить и возможный пропуск некоторых видов коллекторами (*Deschampsia obensis*, *Poa tolmatschevii*, *Allium schoenoprasum*, *Minuartia verna*, *Draba micropetala*, *Rubus arcticus*, *Castilleja rubra*, *Antennaria villifera* и др., очень редких в данном регионе.

В свою очередь, во флоре окрестностей Бурулгинского мыса отмечено 69 видов, отсутствующих в ЛФ Чокурдаха, что обусловлено значительно большим разнообразием типов местообитаний, и указывает на правильность выбора территории для максимально полного выявления состава флоры в регионе. В ЛФ Бурулгинского мыса значительно богаче представлены роды *Carex*, *Ranunculus*, *Minuartia*, *Draba*, *Potentilla*, *Saxifraga*; отмечены виды, имеющие на данной

территории западную (*Minuartia obtusiloba*, *Androsace ochotensis*, *Parnassia kotzebuei*) или восточную (*Sagina nodosa*) границу ареала, а для некоторых видов здесь фиксируются самые северные на северо-востоке Азии местонахождения (*Lysiella oligantha*, *Anemone sylvestris* subsp. *ochotensis*, *Arabidopsis bursifolia*, *Gentiana barbata*, *Boschniakia rossica* и др.) (Королева и др., 2015). Выявлены не встреченные в соседних флорах виды лугово-тундростепного комплекса: *Agrostis kudoi*, *Poa botryoides*, *P. stepposa*, *Roegneria jacutensis*, *Carex obtusata*, *Draba tundrostepposa*. Здесь впервые для региона отмечены *Poa filiculmis*, *Armeria scabra* — ближайшие местонахождения которых известны в низовьях р. Колымы на правобережье, а также *Minuartia macrocarpa* и *Saxifraga tenuis*, ближайшие места произрастания известны в окрестностях пос. Депутатский (Lapshina, Muldiyarov, 1997). Такие виды, как *Poa botryoides*, *P. stepposa*, *Carex melanocarpa*, *Minuartia macrocarpa*, *M. obtusiloba*, *Draba nivalis*, *Potentilla uniflora*, *Thymus oxyodontus* и др. не встречаются в окрестностях пос. Чокурдах из-за отсутствия соответствующих экотопов.

Как показал анализ встречаемости видов на территории изученной флоры, большая часть из них (45%) относится к категории редких (67) и очень редких (50). Такая необычно высокая доля редких видов, несомненно, обусловлена значительным разнообразием форм рельефа, состава почв и растительных сообществ на изученной территории, обилием и разнообразием экологических ниш как для арктических, так и для бореальных видов. “Пестрота” типов местообитаний, как и отсутствие резко преобладающего по площади однородного типа местообитания, отражается и в небольшом количестве обычных видов, встречающихся часто или нечасто (66 видов, 25%). Такое соотношение видов по встречаемости ранее нами не отмечалось, чаще всего как обычные, так и редкие виды составляют примерно по трети видового состава флоры. Повышенное количество видов с редкой встречаемостью тоже свидетельствует о правильности выбора этой территории для целей выявления наиболее полного состава флоры.

Очень важной особенностью флоры окрестностей Бурулгинского мыса можно считать присутствие здесь двух видов редчайшего, эндемичного для Азиатской Арктики рода *Trisetokoeleria*, первые сборы которого были сделаны недалеко

от территории данной флоры почти 100 лет назад. В 1930 г. А.Л. Биркенгоф собрал у истока Русско-устынской протоки (изба Осининово на картах, а на этикетке у коллектора — Осинино) несколько образцов *Koeleria asiatica*, из которых половина оказалась принадлежащими *× Trisetokoeleria jurtzevii* Probatova. Гербарные листы хранятся в фондах БИН РАН (LE). Нами зафиксированы здесь несколько местонахождений этого вида в разных местообитаниях, а также и второго вида этого рода — *T. taimyrica* Tzvel., значительно более редкого здесь. Эти два вида, по-видимому, сформировавшиеся и расселявшиеся на пространствах осушавшегося арктического шельфа, ныне сохранились в немногих местах на северной окраине Евразии — Ямал, Таймыр, Северная Якутия, Чукотка (подробнее — Koroleva, Petrovsky, 2022).

Во флоре окрестностей Бурулгинского мыса выявлено 7 видов, включенных в Красную книгу Республики Саха (Якутия): *Poa filiculmis*, *Carex supina* subsp. *spaniocarpa*, *Lysiella oligantha*, *Minuartia obtusiloba*, *Parnassia kotzebuei*, *Androsace ochotensis*, *Pedicularis pennellii* (Krasnaya..., 2017). Они являются редкими видами и в пределах изученной территории и занимают разные, часто контрастные, типы местообитаний.

Основные параметры локальной флоры

Основные количественные характеристики флоры, кроме уже приведенных выше, значительно отличаются в сравниваемых флорах: среднее число видов в роде — 2.4, в семействе — 6.3, число и доля одновидовых семейств — 17 (41.5%), доля видов 10-ти ведущих семейств — 72%, а 10-ти ведущих родов — 39%, что характерно для арктических флор из подзоны типичных тундр. Доля споровых сосудистых растений невелика — 2.3%, голосеменных ничтожна — 0.4%; господствуют цветковые — 97.3%, из которых однодольных немногим более трети — 35.3%. Поскольку эти показатели мало изменяются в сравниваемых флорах, это позволяет считать их свойственными северным территориям с равнинным и горно-равнинным рельефом (в подзонах типичных (средних) и южных гипоарктических тундр) Восточной Сибири.

Таксономическая структура флоры представлена в семейственно-видовом (10 наиболее богатых семейств) и родо-видовом (10 наиболее богатых родов) спектрах (табл. 1). По составу оба спектра

являются характерными для тундровых флор, но по месту некоторых семейств и родов проявляются своеобразные черты. Прежде всего отмечается необычно низкое положение семейства Asteraceae (6-е место), которое чаще всего в тундровых флорах занимает одно из первых трех-четырех мест, особенно во флорах горных территорий Арктики; возможно, невысокое разнообразие этого семейства характерно для низменных равнинных тундровых территорий северо-востока Азии. Еще одна отличительная особенность участия крупных таксонов этой флоры — очень высокое богатство семейства Caryophyllaceae (3 место), чаще занимающего 5–6-е места в спектрах тундровых флор, но это не единичный случай — такое же место это семейство занимает во флоре окрестностей пос. Походск на левобережье р. Колымы (19 видов). Еще одна особенность — повышенная роль семейства Juncaceae (8-е место), обычно не входящего в 10 ведущих семейств, свойственна и другим локальным флорам равнинных низовий Индигирки и Колымы. Видимо, это обусловлено наличием многих подходящих местообитаний в пойме крупной реки, являющейся “коридором” расселения южных видов к северу.

Наиболее богатыми родами в данной флоре являются *Carex* и *Salix*, как и во всех сравниваемых флорах, но ниже в спектре состав и роль родов в сравниваемых флорах могут существенно различаться: изученная флора отличается более высоким участием родов *Poa* (3-е место) и *Juncus* (8-е место), а также сниженной ролью родов *Draba* (7-е место) и *Potentilla* (9-е место). Такие же особенности отмечаются и в других локальных флорах низовий Индигирки и Колымы, но не во флорах Анюйского нагорья и низовий р. Лены.

Долготная географическая структура флоры представлена спектрами по соотношению видов долготных географических фракций и групп, в соответствии с двухступенчатой системой, унифицированной для сети локальных флор Арктики (Koroleva et al., 2008). Во флоре окрестностей Бурулгинского мыса, как и в большинстве флор тундровой зоны, доминируют виды циркулярной фракции и одноименной группы, но в данной флоре их участие не достигает и половины ее состава (42.6%); виды преимущественно-евразийской и евразийской фракций тоже представлены довольно богато и вместе составляют почти столько же, что и первые (43.8%). Для локальных флор Северной Якутии характерно

Таблица 1. Ведущие семейства и роды флоры окрестностей Бурулгинского мыса

Table 1. The most numerous families and genera of the flora of the Burulginsky Cape vicinities

Ведущие семейства Most numerous families	Число видов Number of species	Доля (%) от общего числа видов во флоре Percentage (%) of total number of species	Ведущие роды Most numerous genera	Число видов Number of species	Доля (%) от общего числа видов во флоре Percentage (%) of total number of species
Poaceae	41	15.6	<i>Carex</i>	21	9.2
Cyperaceae	30	11.5	<i>Salix</i>	13	5.0
Caryophyllaceae	21	8.0	<i>Ranunculus</i>	11	4.2
Brassicaceae	18	6.9	<i>Poa</i>	11	4.2
Ranunculaceae	17	6.5	<i>Saxifraga</i>	10	3.8
Asteraceae	15	5.7	<i>Pedicularis</i>	10	3.8
Salicaceae	13	5.0	<i>Draba</i>	8	3.1
Saxifragaceae	12	4.6	<i>Juncus</i>	7	2.7
Juncaceae	12	4.6	<i>Potentilla</i>	5	1.9
Scrophulariaceae	11	4.2	<i>Luzula</i>	5	1.9
Rosaceae	10	3.8	<i>Eriophorum</i>	5	1.9
Polygonaceae	7	2.7	<i>Minuartia</i>	5	1.9
Ericaceae	7	2.7	<i>Stellaria</i>	5	1.9

незначительное участие в составе флоры видов преимущественно-американской фракции, что наблюдается и во флоре Бурулгинского мыса, хотя их участие все же заметное и достигает 12.6% состава флоры. Довольно неожиданным оказалось присутствие, хоть и незначительное, в низовьях Индигирки видов приокеанической фракции, распространенных в Приохотье, на Чукотке и Аляске, и, как правило, отсутствующих в континентальных районах Евразии.

В спектре долготных групп, помимо циркумполярной группы, довольно богато, хотя и значительно меньше нее, представлены виды с достаточно широкими ареалами – евразийским, евразийско-западноамериканским, восточноамериканско-евразийским, составляющие вместе 15.6% (41 вид), а азиатские, азиатско-западноамериканские, азиатско-американские (т. е. со сходным распростране-

нием в пределах Евразии) виды вместе составляют 21.8% (57 видов). В то же время довольно высокая степень участия видов с восточноазиатским, восточноазиатско-западноамериканским и восточноазиатско-американским распространением, вместе насчитывающих 18.3% (48 видов) отражает принадлежность флоры данной территории к типу восточносибирских флор (табл. 2). Об этом же свидетельствует и сниженная роль видов евразийской и азиатской групп. Такая структура указывает на принадлежность флоры данной территории к флорам Восточносибирской провинции Арктической флористической области (Yurtsev et al., 1978).

Широтная географическая структура исследуемой флоры представлена также спектрами фракций и групп (Koroleva et al., 2012). Наиболее многочисленны во флоре виды арктической, но немногим меньше и видов гипоарктической

Таблица 2. Долготная географическая структура флоры окрестностей Бурулгинского мыса
Table 2. Longitudinal geographical structure of the flora of the Burulgin sky Cape vicinities

Долготные группы Longitudinal geographical groups	Обозначение группы Symbols of geographical groups	Число видов Number of species	Доля (%) от общего числа видов во флоре Percentage (%) of total number of species
Циркумполярная / Circumpolar (I)	Ц	109	41.6
Почти циркумполярная / Almost circumpolar (I)	пЦ	3	1.1
Евразийская / Eurasian (II)	ЕАз	14	5.3
Азиатская / Asian (II)	Аз	14	5.3
Восточноазиатская / East Asian (II)	ВАз	17	6.5
Чукотская / Chukotkan (II)	Ч	1	0.4
Восточноамериканско-евразийская / East American – Eurasian (III)	ВАм-ЕАз	2	0.8
Евразийско-западноамериканская / Eurasian – West American (III)	ЕАз-ЗАм	25	9.5
Азиатско-западноамериканская / Asian – West American (III)	Аз-ЗАм	25	9.5
Восточноазиатско-западноамериканская / East Asian – West American (III)	ВАз-ЗАм	17	6.5
Азиатско-американская /Asian-American (IV)	Аз-Ам	18	6.9
Восточноазиатско-американская / East Asian – American (IV)	ВАз-Ам	14	5.3
Чукотско-американско-западноевразийская / Chukotkan –American – West Eurasian (IV)	Ч-Ам-ЗЕАз	1	0.4
Чукотско-западноамериканская / Chukotkan – West American (V)	Ч-ЗА	2	0.8
Всего видов во флоре / Total of species	–	262	100.0

Таблица 2 (окончание)

Table 2 (end)

Долготные группы Longitudinal geographical groups	Обозначение группы Symbols of geographical groups	Число видов Number of species	Доля (%) от общего числа видов во флоре Percentage (%) of total number of species
Долготные фракции / Longitudinal geographical united groups			
I. Циркумполярная / Circumpolar	Цфр	129	42.6
II. Евразийская / Eurasian	ЕАзфр	46	17.5
III. Преимущественно Евразийская / mainly Eurasian	прЕаз	69	26.3
IV. Преимущественно Американская / mainly American	прАм	16	12.6
V. Приокеаническая / Oceanic	прОк	2	0.8
Всего видов во флоре / Total of species	—	262	100

и бореальной фракций (табл. 3). Это почти классическое соотношение, характерное для флор гипоарктического типа, т. е. флор, в которых нет резко доминирующей широтной фракции, насчитывающей 40% и более от состава флоры (Kogoleva et al., 2014, 2016) и каждая фракция составляет примерно треть флоры. Аналогичный спектр отмечался ранее и для флоры окрестностей Чокурдаха, но с меньшим участием видов

арктической фракции. Соотношение широтных групп уточняет характер флоры: почти все широтные группы представлены довольно богато, а меньше всего видов арктической группы (менее 5%), распространение которых ограничено только тундровой зоной. Такая структура характеризует флору как гипоарктическую, и такие флоры отмечаются на территориях, расположенных в подзоне средних гипоарктических (типичных)

Таблица 3. Широтная географическая структура флоры окрестностей Бурулгинского мыса

Table 3. Latitudinal geographical structure of the flora of the Burulginsky Cape vicinities

Широтные группы Latitudinal groups	Число видов Number of species	Доля (%) от общего числа видов во флоре Percentage (%) of total number of species
Арктическая / Arctic (I)	12	4.6
Метаарктическая / Metaarctic (I)	46	17.6
Аркто-альпийская / Arctic-alpine (I)	41	15.6
Гипоарктическая / Нуроарктическая (II)	36	13.7
Гипоаркто-монтанная / Нуроарктическая-монтанная (II)	47	17.9
Аркто-бореальная / Arctic-boreal (III)	47	17.9
Бореальная / Boreal (III)	33	12.6
Всего видов / Total of species	262	100.0
Широтные фракции: / Latitudinal united groups:		
I. Арктическая / Arctic	99	37.8
II. Гипоарктическая / Нуроарктическая	83	31.7
III. Бореальная / Boreal	80	30.5
Всего видов / Total of species	262	100.0

тундр в пределах переходной полосы к подзоне южных гипоарктических тундр или подзоне лесотундры (в континентальных районах).

Таким образом, приведенные показатели географической структуры указывают на принадлежность флоры окрестностей Бурулгинского мыса к типу восточносибирских гипоарктических флор.

Экологическая структура флоры представлена соотношением видов из 9 групп по степени увлаженности местообитаний – от сухих до водных (табл. 4). Во флоре Бурулгинского мыса резко преобладают (более 60%) виды, свойственные экотопам с достаточным и умеренным увлажнением – мезофиты, характерные для луговых, сухо-луговых и влажно-луговых экологическо-ценотических условий. Значительно ниже (около 25%), как и следовало ожидать, учитывая характер рельефа изученной территории, разнообразие видов избыточно-влажных и сырых местообитаний, хотя таких местообитаний и достаточно много на исследованной территории, но, как отмечают и другие исследователи северных равнинных территорий, набор видов этих местообитаний везде не очень богатый. Невелико и разнообразие водных видов. Своеобразие данной флоры придает наличие группы видов, характерных для засушливых и сухих местообитаний –

мезоксерофитов и, особенно, ксерофитов (всего два вида *Poa botryoides* и *P. filiculmis*), которые составляют небольшую долю в составе флоры, но в сравнении с другими тундровыми равнинными флорами здесь представлены довольно богато – например, мезоксерофитов в 4 раза меньше во флоре окрестностей пос. Чокурдах, а ксерофиты отсутствуют.

Место изученной флоры в системе флористического районирования Арктики

Кластерный анализ сходства видового состава, таксономической и географической структуры сравниваемых локальных флор показал следующее.

Наиболее четко различие сравниваемых локальных флор проявилось на дендрограмме по сходству видового состава (рис. 2А): ближе всего к флоре Бурулгинского мыса, как и следовало ожидать, расположилась ближайшая флора окрестностей пос. Чокурдах (78%) на левобережье р. Индигирки, к ним примыкает флора окрестностей пос. Походск (66%) на левобережье р. Колымы, и несколько меньше сходство с ЛФ Шандрин (приток Колымской протоки в дельте р. Индигирки), которая явно недостаточно полно выявлена. Эти 4 флоры образуют кластер, который на уровне сходства 55% связывается с локальными флорами

Таблица 4. Экологическая структура флоры окрестностей Бурулгинского мыса
Table 4. Ecological structure of the flora of the Burulginsky Cape vicinities

Экологические группы по увлажненности местообитаний Ecological hydrogroups	Число видов Number of species	Доля (%) Percentage (%) of total number of species	Основные экологические группы по увлажненности Main ecological hydrogroups	Число видов Number of species	Доля (%) Percentage (%) of total number of species
Ксерофиты / Xerophytes	2	0.8	Ксерофиты / Xerophytes	22	8.4
Мезоксерофиты / Mesoxerophytes	20	7.6			
Ксеромезофиты / Xeromesophytes	39	14.9			
Мезофиты / Mesophytes	67	25.6	Мезофиты / Mesophytes	164	62.6
Гигромезофиты / Hygromesophytes	58	22.1			
Мезогигрофиты / Mesohygrophytes	27	10.3			
Гигрофиты / Hygrophytes	19	7.3	Гигрофиты / Hygrophytes	65	24.8
Гидрогигрофиты / Hydrohygrophytes	19	7.2			
Гидрофиты / Hydrophytes	11	4.2	Гидрофиты / Hydrophytes	11	4.2
Всего видов / Total species	262	100.0	Всего видов / Total species	262	100.0

Чукотской провинции, включая флоры правобережья р. Колымы, входящие в ее состав. А флоры правого и левого берега р. Лены и р. Анабар образуют отдельный кластер, объединяющийся со сравнимаемыми флорами на уровне 53%, несмотря на то, что именно две последние территории расположены в пределах Восточносибирской провинции Арктической флористической области, как и обсуждаемая флора. Таким образом, по сходству видового состава флора Бурулгинского мыса занимает промежуточное положение между флорами Чукотской и Восточносибирской провинций, что соответствует и ее географическому положению.

По сходству семейственно-видовых спектров (всего состава семейств, а не только ведущих) (рис. 2В) все сравниваемые флоры имеют очень высокие показатели: флора Бурулгинского мыса наиболее сходна (96%) с флорами низовий Колымы, Индигирки и Анабара, что отражает скорее зональное положение территорий, так как объе-

диняются в один кластер гипоарктические флоры разных подпровинций. А по родо-видовым спектрам ЛФ Бурулгинского мыса наиболее сходна с ЛФ Чокурдаха (95%) и Юрюнг-Хая (92%), причем четко отделяются флоры низовий р. Лены (91%) и флоры Анюйского нагорья и правобережья р. Колымы (90%). Высокий уровень сходства таксономических спектров свидетельствует

Рис. 2. Дендрограммы сходства сравниваемых локальных флор: А — по видовому составу; В — по родо-видовым спектрам; С — по долготно-групповым географическим спектрам.

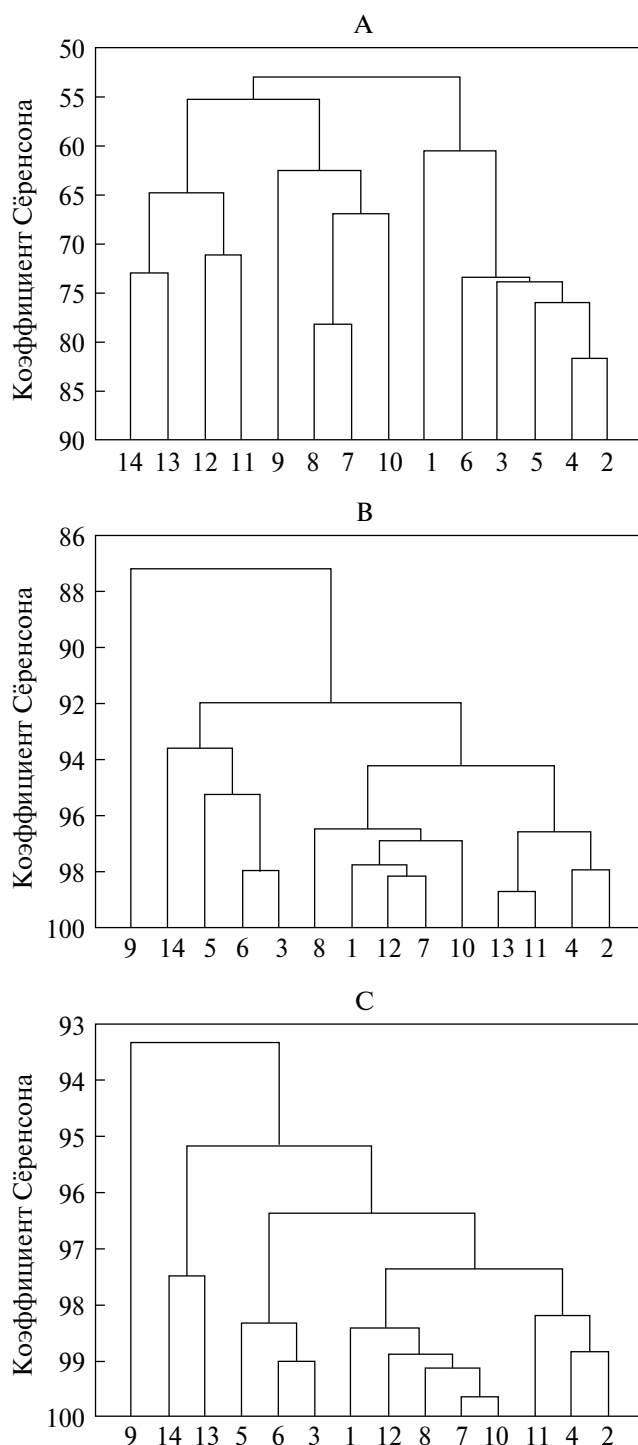
Примечание: Номерами на дендрограммах обозначены локальные флоры: 1 — пос. Юрюнг-Хая, р. Анабар-низовья; 2 — о-в Тит-Ары, левобережье р. Лены; 3 — р. Булкур, левобережье р. Лены; 4 — р. Арангастах и р. Бедер, правобережье р. Лены; 5 — о-в Тас-Ары, правобережье р. Лены; 6 — р. Огоньюр-Юреге, правобережье р. Лены; 7 — пос. Чокурдах, левобережье р. Индигирки, **8 — Бурулгинский мыс, правобережье р. Индигирки**; 9 — р. Шандрин, среднее течение, бас. Колымской протоки р. Индигирки; 10 — пос. Походск, Походская протока, левобережье р. Колымы; 11 — устье р. Каменушки, правобережье р. Колымы; 12 — мыс Крутая Дресва, правобережье р. Колымы; 13 — верховья р. Лельвергыргын, Анюйское нагорье, Западная Чукотка; 14 — ручей Лесной, приток р. Иргунейвеем, Анюйское нагорье.

Полужирным шрифтом выделена обсуждаемая флора.

Fig. 2. Dendrograms of similarity of the compared local floras: A — by species composition; B — according to genus-species spectra; C — by longitudinal geographic groups spectra.

Note: The numbers on the dendrograms indicate local floras: 1 — Yuryung-Khaya village, Anabar River, lower reaches; 2 — Tit-Ary Island, left bank of the Lena River; 3 — Bulkur River, left bank of the Lena River; 4 — Arangastakh River and Beder River, right bank of the Lena River; 5 — Tas-Ary Island, right bank of the Lena River; 6 — Ogonyur-Yurege River, right bank of the Lena River; 7 — Chokurdakh village, left bank of the Indigirka River, **8 — Burulgin-sky Cape, right bank of the Indigirka River**; 9 — Shandrin River, middle reaches, basin of the Kolyma channel of the Indigirka River; 10 — Pokhodsk village, Pokhodskaya channel, left bank of the Kolyma River; 11 — mouth of the Kamenushka River, right bank of the Kolyma River; 12 — Cape Krutaya Dresva, right bank of the Kolyma River; 13 — upper reaches of the Lelvergrygyn River, Anyui Highlands, Western Chukotka; 14 — Lesnoy stream, tributary of the Irguneyveem River, Anyui Highlands.

The discussed flora is highlighted in bold.



о принадлежности всех сравниваемых флор к одному крупному выделу — Арктической флористической области.

По спектрам долготной географической структуры и по фракциям, и по группам сходство сравниваемых флор также имеет очень высокие показатели: наиболее сходны флоры Индигирки и Колымы (98% по группам), к ним примыкает ЛФ Юрюнг-Хая (р. Анабар) (рис. 2С), остальные образуют свои кластеры со сходством от 95%. На высоком уровне сходства (95%), но четко отделяются только флоры Анюйского нагорья без правобережья Колымы (Чукотская провинция) и низовий р. Лены (96 и 98%), т. е. по этим показателям флора Бурулгинского мыса более сходна с приколымскими и индигирскими, чем с нижнеленскими.

Широтная структура сравниваемых флор как по спектрам фракций, так и групп, отражает зональную принадлежность территории ЛФ, что и прослеживается на дендрограммах сходства (в статье не приводятся), где ЛФ Бурулгинского мыса объединяется в один кластер с колымскими флорами на уровне сходства 97% и присоединяется к нижнеленским на уровне сходства 90%.

Таким образом, самая богатая флора низовьев Индигирки (из исследованных), насчитывающая на данном этапе 262 вида и подвида, относящихся к 109 родам и 41 семейству, относится к типу восточносибирских гипоарктических флор, но по географической и таксономической структуре она чаще всего сближается с нижеколымскими гипоарктическими флорами правобережья р. Колымы, относящимися к Чукотской подпровинции, чем с низкоарктическими нижнеленскими, которые входят в состав Восточносибирской провинции. Такое сближение флор низовий рек Индигирки и Колымы поднимает вопрос о месте прохождения границы между Восточносибирской и Чукотской провинциями, которая проводится сейчас по долине реки Колымы. Вероятно, эта граница должна быть специально рассмотрена и правобережные приколымские флоры, которые имеют в своем составе виды, характерные для Чукотской провинции и потому включаемые в нее, следует все же объединить с нижеиндигирскими флорами в единую подпровинцию, но этот вопрос нуждается в специальной проработке на более широком материале. Вопрос о западной границе Яно-Колымской подпровинции пока

не может быть решен, так как в низовьях р. Яны (в тундровой зоне) нет материалов по полноценно изученным локальным флорам.

ВЫВОДЫ

Изученная флора оказалась самой богатой из известных на данный момент локальных флор из бассейна низовий р. Индигирки и Кондаковского плоскогорья — 262 вида и подвида, 109 родов и 41 семейство). Богатство этой флоры, несомненно, связано со значительным разнообразием типов местообитаний этой территории, что подтверждает правильность выбора места для флористических исследований.

Флора окрестностей Бурулгинского мыса относится к типу восточносибирских гипоарктических флор и характеризуется высоким участием в ее составе видов циркумполярного распространения (почти половина) и довольно значительной ролью видов восточноазиатского распространения в Евразии, а также примерно равным участием в ее сложении видов арктического и неарктического распространения.

Наиболее флористически богатыми здесь оказались бровки, склоны разной экспозиции и подножья высокого правого борта речной долины, с оврагами и распадками. Наиболее своеобразный состав флоры выявлен на выходах песков, расположенных на островах и на левобережье реки.

Особую научную ценность изученной флоре придает участие в ее сложении 7 региональных краснокнижных видов и 2 видов эндемичного для азиатской Арктики рода *× Trisetokoeleria*, чьи реликтовые популяции были зафиксированы в окрестностях Бурулгинского мыса в 2013, 2014 и 2021 гг. Эти два вида, сформировавшиеся и расселявшиеся, по-видимому, на пространствах осушавшегося арктического шельфа, ныне сохранились в немногих местах на северной окраине Евразии (Ямал, Таймыр, Северная Якутия, Чукотка) и, кроме низовий Индигирки, только на острове Айон (Западная Чукотка) оба вида отмечены вместе.

Анализ сходства флоры Бурулгинского мыса с локальными флорами из соседних подпровинций показал более близкое сходство по видовому составу, семейственно- и родо-видовой структуре, географической (долготной и широтной)

структуре флоры с флорами низовий Индигирки и Колымы, а не с флорами низовий реки Лены, относящимися к той же Восточносибирской провинции, но другой подпровинции (Хараулахской). Решение вопроса о месте прохождения границы между Чукотской и Восточносибирской провинциями, проводимой по долине р. Колымы, требует специального исследования на более широком материале.

Продолжение ботанико-географических исследований в этом регионе, особенно на массивах песчаных выходов на Индигирской низменности, представляется авторам необходимым и перспективным.

РЕКОМЕНДАЦИИ

На основании полученных нами данных можно определить конкретную территорию, на которой следует установить природоохранный контроль, что подтверждает справедливость рекомендаций о выделении охраняемых территорий в Кондаковском плоскогорье (Krasnaya..., 1987; с. 238). Наиболее рациональным решением было бы включение как ценного флористического объекта территорий песчаных островов и каменистого правого борта речной долины (урочища “Бурулгинский камень”) в состав ресурсного резервата Кыталык, границы которого расположены недалеко от территории изученной флоры.

БЛАГОДАРНОСТИ

Обработка материалов и написание статьи выполнены в рамках планового государственного задания Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН по теме № 121032500047-1 “Растительность Европейской России и Северной Азии: разнообразие, динамика, принципы организации”. 2021–2025. <https://www.binran.ru/structure/podrazdelenia/laboratoriya-geografii-i-kartografii-rastitelnosti/planovye-temy/> и частично по теме № АААА-А19-119031290052-1 “Сосудистые растения Евразии: систематика, флора, растительные ресурсы”. 2019–2024. <https://www.binran.ru/structure/podrazdelenia/otdel-gerbaryi-vysshikh-rasteniy/planovye-temy/>

Экспедиционные исследования 2013–2014 гг. проведены при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований № 13-04-10057-к и 14-04-10155-к.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Aleksandrova] Александрова В.Д. 1971. Принципы зонального деления растительности Арктики. — Бот. журн. 56 (1): 3–21.
- [Aleksandrova] Александрова В.Д. 1977. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. — Комаровские чтения. Вып. 29. Л. 188 с.
- [Arctic...] Арктическая флора СССР. 1960–1987. Вып. 1–10. Л.
- [Boch] Боч М.С. 1975. Болота низовьев р. Индигирки (в пределах тундровой зоны). — В сб.: Флора, систематика и филогения растений. Киев. С. 239–245.
- [Boch, Tsareva] Боч М.С., Царева В.Т. 1974. К флоре низовьев р. Индигирки (в пределах тундровой зоны). — Бот. журн. 59(6): 839–849.
- [Conspectus...] Конспект флоры Азиатской России. 2012. Новосибирск. 640 с.
- [Egorova] Егорова А.А. 1992. Влияние гусеничного транспорта на растительный покров тундровой зоны (бассейн реки Индигирки). — В сб.: Ботанические исследования в криолитозоне. Якутск. С. 162–169.
- [Egorova] Егорова А.А. 2016. Конспект флоры Арктической Якутии: сосудистые растения. Новосибирск. 188 с.
- [Egorova et al.] Егорова А.А., Васильева И.И., Степанова Н.А., Фесько Н.Н. 1991. Флора тундровой зоны Якутии. Якутск. 185 с.
- [Flora...] Флора Сибири. 1987–1997. Т. 1–13. Новосибирск.
- Hill T., Lewicki P. 2006. STATISTICS Methods and Applications. StatSoft, Tulsa. 832 p.
- Khitun O.V., Koroleva T.M., Petrovsky V.V., Iturrate-Garcia M., Schaepman-Strub G. 2020. Study of the vascular plants diversity in the surroundings of Kytalyk Research Station (Arctic Yakutia) — ARPHA Proceedings. Issue 2. III Russian National Conference “Information Technology in Biodiversity Research” Ekaterinburg, 5–10 October 2020. Pensoft publishers ltd. P. 37–50.
- [Korobkov et al.] Коробков А.А., Королева Т.М., Петровский В.В. 2016. Флора лесных и тундровых территорий востока Яно-Индигирской низменности и Кондаковского плоскогорья (Якутия). — Бот. журн. 101(8): 865–895.
- [Koroleva et al.] Королева Т.М., Зверев А.А., Катенин А.Е., Петровский В.В., Поспелова Е.Б., Ребристая О.В., Секретарева Н.А., Хитун О.В., Ходачек Е.А., Чиненко С.В. 2008. Долготная географическая структура локальных и региональных флор Азиатской Арктики. — Бот. журн. 93(2): 193–220.
- [Koroleva et al.] Королева Т.М., Зверев А.А., Катенин А.Е., Петровский В.В., Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н., Ребристая О.В., Чиненко С.В. 2012. Широкая географическая структура локальных флор

- Азиатской Арктики: анализ распространения групп и фракций. — Бот. журн. 97(9): 1205–1225.
- [Koroleva et al.] Королева Т.М., Зверев А.А., Петровский В.В., Поспелов И.Н., Поспелова Е.Б., Ребристая О.В., Хитун О.В., Чиненко С.В. 2014. Анализ спектров широтной географической структуры локальных и региональных флор Азиатской Арктики. — Растительный мир Азиатской России. 4(16): 36–54.
- [Koroleva et al.] Королева Т.М., Гоголева П.А., Петровский В.В., Троева Е.И., Черосов М.М. 2015. Новые находки редких видов флоры низовий р. Индигирки (северная Якутия). — Наука и образование. Якутск. 2 (78): 119–124 (и в приложении см. № 96. *Lyziella oligantha*...).
- [Koroleva et al.] Королева Т.М., Хитун О.В., Чиненко С.В., Гоголева П.А., Зверев А.А., Петровский В.В., Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. 2016. Подходы к районированию на основе сходства географической структуры и видового состава локальных флор Северной Якутии. — Вестник Удмуртского ун-ва. Серия Биология. Науки о Земле. Ижевск. 26 (2): 59–70.
- [Koroleva et al.] Королева Т.М., Гоголева П.А., Петровский В.В., Зверев А.А., Троева Е.И. 2019. Мониторинг локальной флоры в окрестностях поселка Чокурдах (северо-восток Якутии). — Бот. журн. 104(9): 32–66.
- [Koroleva, Petrovsky] Королева Т.М., Петровский В.В. 2022. О таксонах рода *Trisetokoeleria* (Роасеае) в российской Арктике. — Новости систематики высш. растений. 53: 5–12, приложение — перечень исследованных образцов.
- [Krasnaya...] Красная книга Якутской АССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. 1987. Новосибирск. Наука. 248 с.
- [Krasnaya...] Красная книга Республики Саха (Якутия). Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. 2017. Т. 1. М. 412 с.
- [Lapshina, Muldiyarov] Лапшина Е.Д., Мульдияров Е.Я. 1997. Флора сосудистых растений окрестностей поселка Депутатский (Северная Якутия). — Бот. журн. 82 (3): 107–118.
- [Opredelitel...] Определитель высших растений Якутии. 2-е изд., перераб. и доп. 2020. — Новосибирск. 896 с.
- [Perfilieva et al.] Перфильева В.И., Тетерина Л.В., Карпов Н.С. 1991. Растительный покров тундровой зоны Якутии. Якутск. 192 с.
- [Petrovskii, Sekretareva] Петровский В.В., Секретарева Н.А. 2010. К флоре горной части Усть-Ленского заповедника и сопредельных территорий (Республика Саха). — Бот. журн. 95(10): 1396–1421.
- [Petrovskii, Sekretareva] Петровский В.В., Секретарева Н.А. 2011. К флоре северной части Оленекско-Ленского междуречья (Республика Саха). — Бот. журн. 96 (8): 1006–1036.
- [Plieva] Плиева Т.В. 1996. К флоре Илирнейского кряжа (Западная Чукотка). — Бот. журн. 81 (10): 53–62.
- [Raznoobrazie...] Разнообразие растительного мира Якутии. 2005. Новосибирск. 328 с.
- [Sheludyakova] Шелудякова В.А. 1938. Растительность бассейна р. Индигирки. — Советская ботаника. 4–5: 43–79.
- [Telyatnikov et al.] Телятников М.Ю., Троева Е.И., Пристяжнюк С.А., Гоголева П.А., Черосов М.М., Пестрякова Л.А. 2015. Растительность низовий р. Индигирки (равнинные и горные тундры). — *Turczaninowia*. 18 (4): 128–168.
- [Tolmachev] Толмачев А.И. 1931. К методике сравнительно-флористических исследований. Понятие о флоре в сравнительной флористике. — Журн. Русского ботанического об-ва. 16 (1): 111–124.
- [Tolmachev] Толмачев А.И. 1986. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск. 195 с.
- [Tyrtikov] Тыртиков А.П. 1958. Некоторые сведения о растительности низовьев р. Индигирки. — Бюлл. МОИП. Отд. биол. 63 (6): 71–77.
- [Yurtsev et al.] Юрцев Б.А., Семкин Б.И. 1980. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов — Бот. журн. 65 (12): 1706–1718.
- [Yurtsev et al.] Юрцев Б.А., Толмачев А.И., Ребристая О.В. 1978. Флористическое ограничение и разделение Арктики. — В сб.: Арктическая флористическая область. Л. С. 9–104.
- [Zvegev] Зверев А.А. 2007. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск. 304 с.

FLORA OF THE BURULGINSKY CAPE VICINITIES (LOWER REACHES OF THE INDIGIRKA RIVER, NORTH-EAST YAKUTIA)

T. M. Koroleva^{1,*}, P. A. Gogoleva^{2,**}, O. V. Khitun¹, V. V. Petrovskii¹,
E. I. Troeva^{3,***}, S. V. Chinenko¹, G. N. Efimov¹

¹Komarov Botanical Institute RAS

Professor Popov Str., 2, Saint-Petersburg, 197022, Russia

²North-Eastern Federal University named after M.K. Amosov

Belinsky Str., 58, Yakutsk, 677000, Russia

³Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS

Lenin Ave., 41, Yakutsk, 677980, Russia

*e-mail: korolevatm@gmail.com

**e-mail: sedum@mail.ru

***e-mail: etroeva@mail.ru

For the first time, a complete annotated list of vascular plant species is provided and the local flora (LF) “Burulginsky Cape” is analyzed. It is the richest known LF in the lower reaches of the Indigirka River (262 species and subspecies, 109 genera, 41 families), including a number of the species rare in the northern Yakutia and seven species listed in the regional Red Book, as well as taxa endemic to the Arctic × *Trisetootkoeleria jurtzevii* Probat. and × *T. taimyrica* Tzvel. The similarity of the studied flora with LFs from the East Siberian and Chukotka provinces of the Arctic floristic region (lower reaches of the Anabar, Lena, Indigirka, Kolyma Rivers, and Western Chukotka) is discussed; its type is determined as the East Siberian hypoarctic flora, with a predominance of mesophytes in its composition and with a noticeable participation of the species of arid habitats. The territory of the Burulginsky Cape LF with an area of about 200 km² is recommended to include in the category of specially protected objects as an area of increased diversity of vascular plants.

Keywords: biodiversity, local flora, vascular plants, Indigirka Lowland, Kondakov Plateau, Red Book species, endemic taxa

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was carried out in the frames of the state assignment of the Komarov Botanical Institute RAS, project № 121032500047-1 “Vegetation of European Russia and Northern Asia: diversity, dynamics, principles of organization”. 2021–2025. <https://www.binran.ru/structure/podrazdeleniya/laboratoriya-geografii-i-kartografii-rastitelnosti/planovye-temy/> and partly by the project No. AAAA-A19-119031290052-1 “Vascular plants of Eurasia: systematics, flora and vegetation resources”. 2019–2024. <https://www.binran.ru/structure/podrazdeleniya/otdel-gerbariy-vyshshikh-rasteniy/planovye-temy/>

Field work in 2013–2014 was supported by the grants of the Russian Foundation for Fundamental Research (RFFR) No. 13-04-10057-к and No. 14-04-10155-к.

REFERENCES

- Aleksandrova V.D. 1971. Principles of zonal division of the Arctic vegetation. — Bot. Zhurn. 56(1): 3–21 (In Russ.).
- Aleksandrova V.D. 1977. Arcticae et Antarcticae divisio geobotanical. — Komarovskie chteniya [Komarov readings]. Issue 29. Leningrad. 189 p. (In Russ.).
- Arctic flora of the USSR. 1960–1987. Vol. I–X. Moscow, Leningrad. (In Russ.).
- Boch M.S., Tsareva V.T. 1974. K flore nizoviyev reki Indigirki (v predelakh tundrovoy zony) [Flora of the lower reaches of Indigirka River (within the tundra zone)]. — Bot. Zhurn. 59 (6): 839–849 (In Russ.).
- Konspekt flory asiatskoy Rossii: sosudistye rasteniya [Conspectus of the flora of Asian Russia: vascular plants]. 2012. Novosibirsk. 640 p. (In Russ.).
- Egorova A.A. 2016. Conspectus florae of the Arctic Yakutia: plantae vascular. Novosibirsk. 188 p. (In Russ.).
- Egorova A.A., Vasilyeva I.I., Stepanova N.A., Fesko N.N. 1991. Flora tundrovoy zony Yakutii [Flora of the tundra zone of Yakutia]. Yakutsk. 185 p. (In Russ.).
- Flora of Siberia. 1987–1997. Vol. 1–13. Novosibirsk. (In Russ.).
- Hill T., Lewicki P. 2006. STATISTICS Methods and Applications. StatSoft, Tulsa. 832 p.
- Khitun O.V., Koroleva T.M., Petrovsky V.V., Iturrate-Garcia M., Schaepman-Strub G. 2020. Study of the vascular plants diversity in the surroundings of Kytalyk Research Station (Arctic Yakutia) — ARPHA Proceedings.

- Issue 2. III Russian National Conference "Information Technology in Biodiversity Research" Ekaterinburg, 5–10 October 2020. Pensoft publishers Ltd. P. 37–50.
- Koroleva T.M., Zverev A.A., Katenin A.E., Petrovsky V.V., Pospelova E.B., Rebristaya O.V., Sekretareva N.A., Khitun O.V., Khodachek E.A., Chinenko S.V. 2008. Longitudinal geographical structure of local and regional floras of the Asian Arctic. — *Bot. Zhurn.* 93 (2): 193–220 (In Russ.).
- Koroleva T.M., Zverev A.A., Katenin A.E., Petrovsky V.V., Pospelova E.B., Pospelov I.N., Rebristaya O.V., Khitun O.V., Chinenko S.V. 2012. Latitudinal geographical structure of local floras in the Asian Arctic: survey of groups and fractions distribution — *Botanicheskii Zhurnal.* 97 (9): 1205–1225 (In Russ.).
- Koroleva T.M., Gogoleva P.A., Petrovsky V.V., Troeva E.I., Cherosov M.M. 2015. Novye nakhodki redkikh vidov v nizoviyakh Indigirki (severnaya Yakutiya) [New finds of rare flora species in the lower reaches of Indigirka River (North Yakutia)]. — *Science and education. Yakutsk.* 2 (78): 119–124 (In Russ.).
- Krasnaya kniga Yakutskoi ASSR. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy [Red book of the Yakutia ASSR. Rare and endangered species of plants]. 1987. Novosibirsk. 248 p. (In Russ.).
- Krasnaya kniga respubliki Sakha (Yakutiya). T. 1. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i gribov [Red book of the Republic of Sakha (Yakutia). Vol. 1. Rare and endangered species of plants and fungi]. 2017. Moscow. 412 p. (In Russ.).
- Sheludyakova V.A. 1938. Rastitelnost basseina r. Indigirki [Vegetation of the basin of Indigirka River]. — *Sovetskaya botanika* [Soviet botany]. 4–5: 43–79 (In Russ.).
- Telyatnikov M.Yu., Troeva E.I., Pristiyazhnyuk S.A., Gogoleva P.A., Cherosov M.M., Pestryakova L.A. 2015. Vegetation in the lower reaches of Indigirka River (zonal and mountain tundras). — *Turczaninowia.* 18 (4): 128–168 (In Russ.).
- Tolmachev A.I. 1931. K metodike sravnitelno-floristicheskikh issledovaniy. Ponyatie o flore v sravnitelnoy floristike [Towards a comparative floristic research methodology. The concept of flora in comparative floristics]. — *Zhurnal Russian Botanical Society.* 16 (1): 111–124 (In Russ.).
- Tolmachev A.I. 1986. Metody sravnitelnoy floristiki i problemy florogeneza [Methods of comparative floristics and problems of florogenesis]. — Novosibirsk. 195 p. (In Russ.).
- Tyrtikov A.P. 1958. Nekotorye svedeniya o rastitelnosti nizoviev r. Indigirki [Some information about the vegetation of the lower reaches of Indigirka River]. — *Byull. Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody, otd. biol.* 63 (6): 71–77 (In Russ.).
- Yurtsev B.A., Tolmachev A.I., Rebristaya O.V. 1978. Floristicheskoe ogranichenie i rasdelenie Arktiki [Floristic delimitation and division of the Arctic]. — In: *The Arctic floristic region.* Leningrad. P. 9–104 (In Russ.).
- Zverev A.A. 2007. Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitelnogo pokrova: Uchebnoe posobie [Information technologies in study of vegetation cover: Study book]. Tomsk. 304 p. (In Russ.).

СООБЩЕНИЯ

АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ РЕГИОНА КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

© 2024 г. К. В. Шукина^{1, *}, Т. М. Лысенко¹, Д. С. Шильников¹, В. Ю. Нешатаева¹,
Д. С. Кессель¹, Н. С. Ликсакова¹, М. В. Нешатаев¹

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
ул. Проф. Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

*e-mail: schukina@binran.ru

Поступила в редакцию 24.11.2023 г.
Получена после доработки 12.07.2024 г.
Принята к публикации 13.08.2024 г.

Выполнен комплексный анализ видового состава степных сообществ гор-лакколитов региона Кавказских Минеральных Вод, а также Джинальского и Боргустанского хребтов окрестностей г. Кисловодска. Район исследований расположен в Предкавказье, на юге Ставропольского края, и характеризуется высоким разнообразием сообществ степного типа растительности. В составе флоры степей региона Кавказских Минеральных Вод на основании списка видов из 294 геоботанических описаний степной растительности выявлено 633 вида высших сосудистых растений, относящихся к 278 родам и 66 семействам, что составляет 28.7% от флоры Верхнекумского флористического района. Состав и пропорции семейственного и родового спектров исследуемых сообществ характеризуют их флористический состав как преимущественно бореальный, с отдельными чертами, свойственными средиземноморским флорам. В составе степных сообществ района исследований ведущая роль принадлежит группе видов бореальных типов ареалов с доминированием кавказского геоэлемента. Видовой состав сообществ изученных степей по эколого-ценотическому спектру может быть охарактеризован как лугово-степной, с равно представленными степным и луговым компонентами флоры. Основные доминанты степных сообществ района Кавказских Минеральных Вод — дерновинные злаки, во флористическом составе велика доля корневишных поликарпических трав и стержнекорневых поликарпиков и монокарпиков. В изученных сообществах зафиксировано шесть эндемиков Северного Кавказа и три эндемика Предкавказья. Результаты комплексного анализа подчеркивают неоднородность и горностепной характер флористического состава изученной растительности, обусловленный географическим положением, сочетанием сложного комплекса условий (рельефа, материнских пород, почв и т. д.), флорогенеза и истории антропогенного воздействия.

Ключевые слова: флористический состав, степная растительность, регион Кавказских Минеральных Вод, горы-лакколиты, Передовые хребты, Северный Кавказ

DOI: 10.31857/S0006813624080021, EDN: PBLWFR

Степи являются преобладающим типом растительности Предкавказья (Lavrenko et al., 1991; Ivanov, 1998), однако в связи с интенсивным воздействием человека степям региона присущи черты современного состояния степной растительности, отмеченные для всей Евразии: мелкоконтурность, диффузность, сильная антропогенная трансформация и т. п. (Tishkov et al., 2021). Район Кавказских Минеральных Вод (далее — КМВ) представляет собой одну из наиболее густонаселенных территорий Северного Кавказа и в историческую эпоху интенсивно использовался человеком для скотоводства и земледелия. Растительность района КМВ подвергалась и подвергается постоянному антропогенному прессингу и может трактоваться как производная, антропогенно-нарушенная. Влияние хозяйственной (распашка, выпас, палы) и рекреационной деятельности ведет к трансформации, а в некоторых случаях, к деградации почвенного и растительного покрова региона. Исследование и охрана оставшихся участков степей является

важнейшей частью сохранения биологического разнообразия России.

Видовой состав современных степных сообществ района КМВ сложился под действием сложного комплекса природных и антропогенных факторов и достаточно устойчив. С другой стороны, именно он первым реагирует на любые изменения среды.

Анализ флористического состава сообществ представляет собой необходимый элемент характеристики изучаемого типа растительности исследуемого региона. Он способствует пониманию закономерностей формирования растительных сообществ: географических и исторических особенностей происхождения и миграции видов, экологических предпосылок их объединения в ныне существующие фитоценозы. Исследование флористического состава помогает решить вопросы классификации растительных сообществ, геоботанического и флористического районирования, интерпретировать результаты ординации фитоценозов. Анализ видового состава сообществ, особенно многовидовых, позволяет сравнивать сообщества, относящиеся к одному типу растительности разных регионов по количественным показателям.

Целью работы является анализ флористического состава степных сообществ Центрального Предкавказья. В задачи исследования и настоящей статьи входит общая характеристика спектра видов степных сообществ гор-лакколитов, Боргустанского и Джинальского хребтов в пределах региона КМВ и его таксономический, экологический, биоморфологический и географический анализ. Анализ флористического состава степей Предкавказья призван способствовать пониманию закономерностей структуры, динамики и путей формирования растительности исследуемого региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспедиционные исследования. Геоботанические исследования степных сообществ района КМВ проводились в 2019–2023 гг. сотрудниками Лаборатории общей геоботаники и Перкальского дендрологического парка Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (БИН РАН). Геоботанические исследования были выполнены на 10 горах-лакколитах (Юца, Джуца, Машук, Бештау,

Золотой Курган, Бык, Верблюд, Шелудивая, Лысая, Кокуртлы) и в их окрестностях, а также — на Боргустанском и Джинальском хребтах в районе г. Кисловодска.

Геоботанические описания выполнялись на пробных площадях 100 м² (в некоторых случаях 70 м²) по стандартной методике (Yaroshenko, 1969). С использованием GPS фиксировались географические координаты, высота над уровнем моря и экспозиция склона. Оценивали общее проективное покрытие и проективное покрытие каждого вида растений в процентах. Измеряли среднюю высоту травостоя и его отдельных подъярусов, отмечали видовой состав последних.

Камеральные исследования. Список видов для анализа взят из 294 геоботанических описаний степных сообществ, выполненных в районе КМВ и аккумулированных в базе данных (Lysenko et al., 2020). Ввиду различной классификации видов по географическим элементам разными авторами, географический анализ видового состава проведен нами независимо по двум схемам — А.Д. Михеева (Mikheev, 2000) и А.Л. Иванова (Ivanov, 1998, 2019). Это позволило провести корректное сравнение распределения видов степных сообществ КМВ по типам ареалов с географическим спектром флоры, как исследуемого региона, так и Предкавказья в целом. А.Д. Михеев (Mikheev, 2000) использовал для географического анализа флоры района КМВ (Верхнекумского флористического района) предварительный вариант системы географических элементов флоры Кавказа, предложенной Н.Н. Портениером (Portenier, 1993). А.Л. Ивановым (Ivanov, 1998, 2019) для географического анализа флоры Российского Кавказа используется доработанный вариант той же системы (Portenier, 1993). Она учитывает, как современный ареал распространения вида, так и его принадлежность определенным растительным сообществам. Однако одни и те же виды в используемых для сравнения системах (Ivanov, 1998, 2019; Mikheev, 2000) часто отнесены к разным географическим элементам.

Биоморфологический анализ флористического состава степей КМВ выполнен по системам К. Раункиера (Raunkier, 1934) и И.Г. Серебрякова (Serebryakov, 1962, 1964). Последняя широко используется в отечественной ботанике и рассматривается многими исследователями, как хорошо разработанная и наиболее соответствующая

щая экологическим и морфолого-биологическим особенностям растений (Kamelin, 1973; Demina, 2011). Данные по принадлежности видов к определенной биоморфе по К. Раункиеру (Raunkier, 1934), а также сведения о жизненных формах по И.Г. Серебрякову (Serebryakov, 1962, 1964), взяты из конспекта флоры Российского Кавказа (Ivanov, 2019). Основная информация о строении корневых систем приведена по данным Д.С. Шильникова (Shilnikov, 2010); сведения по корневым системам некоторых видов взяты на сайте Плантариум (Plantarium, <https://www.plantarium.ru/>).

Для эколого-ценотического анализа использована несколько измененная схема флороценоэлементов и флороценоотипов А.Л. Иванова (Ivanov, 2019), который объединяет выделенные им флороценоэлементы во флороценоотипы в понимании Р. В. Камелина (Kamelin, 1973). На исследуемой территории нами использовано 6 флороценоотипов: *лесной, луговой, степной, пустынный, аквальный и сорный*. А.Л. Иванов (Ivanov, 1998) включает в *пустынный* флороценоотип виды степных сообществ, распространенных на локальных выходах глин, песков и известняков (кальцепетрофильный, псаммофильный, оксифильный, аргиллофильный), т. е. в эдафических вариантах горных степей. *Луговой* флороценоотип включает три типа флороценоэлементов (равнинный, субальпийский и альпийский); *сорный* флороценоотип включает два флороценоэлемента: рудеральный и сегетальный. Виды, приуроченные одновременно к лесным и луговым сообществам, объединены нами в переходный *лесолуговой* флороценоотип; виды, отнесенные А.Л. Ивановым (Ivanov, 2019) одновременно к степному и луговому флороценоэлементам, собраны нами в переходный *луговостепной* флороценоотип. Прочие виды, встречающиеся в фитоценозах нескольких типов растительности, выделены в группу “*смешанный*” флороценоотип.

Латинские названия растений даны преимущественно по сводке С.К. Черепанова (Czerepanov, 1995), некоторые названия приведены в соответствии с International Plant Names Index (<https://www.ipni.org/>).

Природные условия района исследований

Район исследований находится на юге Ставропольского края. Здесь Меловой (Пастбищный) хребет к северу сменяется системой вулканоген-

ных гор, за которыми исторически закрепилось название “лакколиты”. Обследуемая территория расположена в двух физико-географических провинциях. Лакколиты КМВ принадлежат Минераловодскому округу подпровинции Возвышенного Центрального Предкавказья провинции Западного и Центрального Предкавказья (Gvozdetskiy, 1963). Вулканогенные горы расположены на Минераловодском выступе — наиболее приподнятой части Ставропольского поднятия, переходящего в Северокавказскую моноклиналию района куэст Большого Кавказа. К области куэст относятся Передовые хребты, окаймляющие с севера более возвышенную осевую часть (Водораздельный и Боковой хребты).

Для этого района Западного и Центрального Кавказа характерны резко асимметричные гряды общекавказского простираения, крутые и обрывистые к юго-западу и пологие к северу и северо-востоку. Поперечные ущелья бассейнов рек Кубань, Кума и Терек разрезают эти гряды на отдельные массивы — плоские слабонаклонные плато на западе и короткие с острым гребнем, резко асимметричные хребты на востоке. К таковым принадлежат Джинальский (простирается между реками Подкумок и Малка) и Боргустанский (расположен в левобережье р. Подкумок) хребты. Следует отметить, что многие геоморфологи относят эти хребты к системе Большого Кавказа, рассматривая их либо как отроги Пастбищного хребта, либо как отдельные массивы гряд (Seredin, 1979).

В отличие от прилегающей территории Ставропольской возвышенности кайнозойского возраста, район Минераловодского выступа сформировался в позднем миоцене (Bogatikov et al., 2005; Dzybov, 2018). Вулканические горы Пятигорья по типу строения субвулканических интрузивов ранее считались лакколитами (Slavyanov, 1959), затем — диапирами (Gerasimov, 1974), сейчас их часто называют гранитоидными телами или гранитоидами (Dubinina et al., 2010; Kurchavov et al., 2019). Эти структуры образовались примерно 8.25 млн лет назад в результате внедрения трахиориолитового расплава в верхи континентальной коры (Pol et al., 1993; Bogatikov et al., 2005). Некоторые исследователи (Sazonov, Kolleganova, 2006) относят окончание поднятия гор-лакколитов к четвертичному периоду (5—2.5 тыс. лет назад).

Средневысотные моноклиналильные куэсты северных экспозиций Передовых хребтов сложены

верхнемеловыми тонкослоистыми известняками, перекрывающими мергели и песчаники нижнего мела и верхней юры. Крутые, местами обрывистые, южные склоны куэст сложены породами мела и верхней юры и делювиально-коллювиальными отложениями (Gvozdetskiy, 1963).

Предкавказье и северный склон Большого Кавказа (до 2000 м над ур. моря) образуют единую климатическую область — Центральное Предкавказье; она относится к западной подобласти Атлантико-континентальной степной климатической области (Alisov, 1969). Климат района исследований теплый, умеренно континентальный, со средними амплитудами годовых температур (25–28°C), умеренным количеством осадков (492–641 мм), средней скоростью ветра, невысокой относительной влажностью воздуха (56–64%), небольшим и неустойчивым снежным покровом (Gvozdetskiy, 1963; Kavkaz, 1967; Antonov, 2018). Продолжительность вегетационного сезона в среднем 265 дней. За последние годы произошло значительное увеличение суммы активных температур вегетационного периода (на 220°C). Влагообеспеченность за период с 1997 по 2016 г. также возросла: годовое количество осадков увеличилось на 23.7 мм за счет роста в весенне-осенние месяцы, при сокращении влагообеспеченности летнего периода (Badakhova et al., 2013; Antonov, 2018; Badakhova, 2022).

Основными почвообразующими породами Минераловодской холмистой равнины являются четвертичные отложения, развитые на майкопских глинах и представленные элювиальными, элюво-делювиальными, делювиальными и аллювиально-делювиальными глинами, а также сарматские отложения караганского и чокракского ярусов (Tskhovrebov, Faizova, 2015). В соответствии с почвенно-географическим районированием России (Natsionalnyu..., 2011), обследуемая территория находится на границе двух почвенных провинций Центральной лиственно-лесной, лесостепной и степной области: **Северокавказской горной провинции** и **Предкавказской провинции степной зоны** (черноземов обыкновенных). В низкогорной части преобладают черноземы горные, к предгорьям приурочены выщелоченные и типичные черноземы, а также серые лесные почвы (Atlas..., 2000).

Предкавказье, расположенное на стыке трех флористических провинций, — Понтической,

Туранской и Кавказской, является флористически богатым регионом (Ivanov, 1998). Район Кавказских Минеральных Вод характеризуется достаточно богатой флорой, на территории площадью около 6000 км² встречается 2206 видов (Mikheev, 2000). В районе исследований наблюдается чередование лесной и кустарниковой растительности, ковыльно-типчаковых разнотравных степных и лесостепных предгорных формаций, горных степей, луговых степей и остепненных лугов (Seredin, 1979; Atlas..., 2000). Участки степной растительности сохранились в основном на элементах рельефа, непригодных для сельскохозяйственной деятельности.

По геоботаническому районированию Е.В. Шифферс (Shiffers, 1953), район исследований располагается в Эльбрусском округе Эльбрусской подпровинции Северокавказской провинции Кавказской области горных лугов и лесов. В схеме провинциального деления растительного покрова европейской части СССР Т.И. Исаченко и Е.М. Лавренко (Isachenko, Lavrenko, 1980) степная часть района КМВ отнесена к Приазовско-Причерноморской подпровинции Причерноморской (Понтической) степной провинции Евразийской степной области. В системе Ю.Л. Меницкого (Menitskiy, 1991) территория района Кавказских Минеральных Вод почти полностью соответствует таковой Верхнекумского флористического района Центрального Кавказа (Mikheev, 2000). В регионе исследования небольшими фрагментами встречаются **настоящие степи**, близкие к зональным равнинным степям Евразии (разнотравно-ковыльные из *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. и *S. capillata* L.) с типчаком (*Festuca valesiaca* Gaudin), келерией (*Koeleria cristata* (L.) Pers.), кострцом береговым (*Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub) и видами разнотравья; **предгорные луговые степи** с доминированием ковылей красивейшего и волосатика (*Stipa pulcherrima* K. Koch, *S. capillata*) или кострца берегового и с большим количеством разнотравья; **предгорные луговые степи** с ковылем узколистным (*Stipa tirsia* Steven), ковылем перистым (*Stipa pennata* L.) и богатым разнотравьем; ковыльно-бородачевые **горные степи** из *Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng и *S. capillata*; разнотравно-ковыльно-типчаковые **горные луговые степи** с преобладанием *Festuca valesiaca*, *Carex humilis* Leyss., *Stipa pennata*, *S. pulcherrima*, *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Koeleria cristata*, часто с петрофитным разнотравьем;

луговые степи и остепненные луга с доминированием коротконожки перистой (*Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv.) и степным разнотравьем и др. В отдельных фитоценозах встречается до 80 и более видов на 100 м².

Многообразие местообитаний сообществ степного типа растительности Центрального Предкавказья обусловлено гетерогенностью условий среды, в которых произрастают фитоценозы. Абиотические факторы, несомненно, являются основой формирования флористического и ценотического разнообразия, прямо и опосредованно влияя на число видов и их состав (Zhmylov et al., 2021). Среди этих факторов ведущими являются рельеф (экспозиция и крутизна склона, высота над уровнем моря) и характер субстрата (подстилающие породы и почвы). Изученные нами сообщества встречаются в диапазоне от 217 до 1307 м над ур. моря; крутизна склона изменяется от 2 до 50°.

Фрагменты степей распространены в районе исследований, во-первых, по слабонаклонным (2–5°) основаниям подножий гор-лакколитов, а также небольших гряд и холмов, разделяющих равнинные территории региона КМВ, распаханые под сельскохозяйственные культуры. Во-вторых, степи покрывают склоны средней крутизны и различной экспозиции от подножий до вершин гор-лакколитов и Джинальского и Боргустанского хребтов. В-третьих, степные фитоценозы встречаются на крутых склонах южной экспозиции гор-лакколитов и куэст Передовых хребтов на выходах карбонатных пород и субстратах разной степени щебнистости. Дополнительным источником притока видов в исследуемые сообщества служит соседство с лесными фитоценозами и агроценозами, а также выпас крупного и мелкого рогатого скота, пожары, рекреация и другая антропогенная нагрузка на степные сообщества.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономический анализ

В составе изученных степных сообществ района КМВ выявлено 633 вида высших сосудистых растений, относящихся к 278 родам и 66 семействам. Это составляет 28.7% от флоры Верхнекумского флористического района (Mikheev, 2000), 26.9% от флоры Предкавказья (Ivanov,

1998) и 13.8% от флоры Российского Кавказа (Ivanov, 2019). Подавляющее большинство видов относится к отделу Magnoliophyta. Из них к классу Magnoliopsida принадлежит 516 видов, к классу Liliopsida — 114. Два вида — *Ephedra procera* Fisch. & C. A. Mey. и *E. distachya* L. относятся к отделу Ephedrophyta, один — *Pinus sylvestris* L. — к отделу Pinophyta. Такой состав и пропорции характерны для флор Голарктики (Ivanov, 1998).

Спектр ведущих семейств степных сообществ гор-лакколитов, Боргустанского и Джинальского хребтов практически полностью соответствует спектру ведущих семейств флоры Верхнекумского флористического района (Mikheev, 2000) и флоры Предкавказья (Ivanov, 1998) (табл. 1). Совпадают и многие закономерности спектра: состав и порядок первых трех крупнейших семейств (как и с флорой Кавказа в целом); лидирующее положение Asteraceae; видная роль Lamiaceae, Brassicaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae. Роль трех ведущих семейств в видовом составе степных сообществ КМВ еще более возрастает: число видов трех первых семейств — Asteraceae, Poaceae и Fabaceae — составляет 34% от всего видового списка (во флорах КМВ и Предкавказья — 29.4 и 29.1% соответственно). По первой триаде семейств флористический состав степей района КМВ, как и флоры Кавказа и Предкавказья в целом, относится к Fabaceae-типу (Khokhryakov, 2000) и соответствует закономерностям, присущим спектрам средиземноморских флор (Kamelin, 1973; Tolmachev, 1986). К этому же типу принадлежат ценофлоры горных и предгорных степей горного Крыма (Didukh, 1992). Спектры семейств и родов флоры Скалистого хребта и Юрской депрессии Кабардино-Балкарии (Guchasov, 2003) также свидетельствуют о преобладании бореальных и наличии средиземноморских черт.

Вторую триаду ведущих семейств видового состава степных сообществ КМВ возглавляет Lamiaceae, что характерно для среднеазиатских флор (Khokhryakov, 2000). Тогда как во флоре КМВ во главе второй триады стоит сем. Apiaceae (Mikheev, 2000), во флоре Предкавказья — Brassicaceae (Ivanov, 2019). Обилие видов в семействах Lamiaceae и Rubiaceae также свидетельствует о древнесредиземноморском влиянии, их богатство более характерно для флор Древнего Средиземноморья (Portenier, 1993). Ре-

Таблица 1. Ведущие семейства флористического состава степных сообществ района Кавказских Минеральных Вод
Table 1. The largest families of the steppe flora of the Caucasus Mineral Waters region

№	Семейство Family	Количество видов Number of species	Количество родов Number of genera	Доля участия видов во флоре (%) Percentage of species in the flora	Среднее число видов в роде Average number of species per genus
1	Asteraceae	90	33	14.2	2.7
2	Poaceae	63	27	10.0	2.3
3	Fabaceae	62	24	9.8	2.6
4	Lamiaceae	42	19	6.6	2.2
5	Caryophyllaceae	33	12	5.2	2.8
6	Rosaceae	32	17	5.1	1.9
7	Brassicaceae	31	20	4.9	1.6
8	Apiaceae	31	19	4.9	1.6
9	Scrophulariaceae	29	7	4.6	4.1
10	Rubiaceae	18	3	2.8	6.0
Итого / Total		431	181	68.1	—

зультаты исследования ценофлоры степных пастбищ Хорватии (Zuna Pfeiffer et al., 2016) демонстрируют аналогичный набор ведущих семейств, с той лишь разницей, что на первое место в списке выходит Poaceae. Спектры ведущих семейств ценофлор ксеромезофитных, мезоксерофитных и ксерофитных травянистых и кустарничковых сообществ горных степей и томиляров горного Крыма (Didukh, 1992) совпадают с исследуемой нами ценофлорой степей района КМВ по первым четырем семействам. Первые 10 семейств флористического списка степей района КМВ содержат 68.1% всех видов (табл. 1). Такая неравномерность распределения численности видов по семейственному спектру характерна для горных степей многих регионов (Gorchakovskiy, Zolotarjeva, 2004).

Родовой коэффициент (количество видов, приходящихся на один род) флористического состава степных сообществ КМВ равен 2.3. Родовой коэффициент свидетельствует о своеобразии физико-географической среды, в которой формировалась флора; во флорах, формировавшихся в разнообразных условиях рельефа и климата, он выше (Galushko, 1976; Ivanov, 1998). Для сравнения: родовой коэффициент флоры Верхнекумского флористического района — 3.31 (Mikheev,

2000); Предкавказья — 3.16 (Ivanov, 1998); а всего Российского Кавказа — 4.26 (Ivanov, 2018). Учитывая, что описанные нами степные сообщества располагаются в относительно узком высотном диапазоне и представляют только часть всего многообразия местообитаний Предкавказья, более низкое значение родового коэффициента вполне объяснимо. Интересно отметить, что значение родового коэффициента для сообществ степей района КМВ немногим ниже, чем его величина во флоре Передовых меловых хребтов Центрального Предкавказья, где данный коэффициент равен 2.7 (Rybalkina, 2009).

Родов, которые насчитывают более 5 видов во флористическом списке степных сообществ района КМВ — 23. Наиболее крупные из них: *Veronica* (15 видов), *Galium* и *Viola* (по 11 видов), *Astragalus*, *Euphorbia* и *Inula* (по 10 видов) и др. Некоторые исследователи характеризуют многие из них (*Astragalus*, *Euphorbia*, *Veronica*) как типично средиземноморские (Didukh, 1992; Portenier, 1993). 147 родов (53.9%) насчитывают по 1 виду, 57 родов (20.9%) — по 2 вида. Во флоре Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа одновидовых родов (53%) столько же, а двувидовых меньше (14.7%) (Rybalkina, 2009).

Таким образом, спектр крупнейших семейств и крупных родов в составе степных сообществ района КМВ в целом соответствует закономерностям, свойственным флорам горных и предгорных регионов. Флористический состав изученных сообществ можно охарактеризовать как бореальный, в то же время имеющий черты средиземноморских флор.

Эколого-ценотический анализ

Флороценотип – это совокупность растительных формаций, эдификаторы которых прошли общую адаптивную эволюцию под влиянием определенных длительно существовавших физико-географических условий (Slovar'..., 1984). По Р.В. Камелину (Kamelin, 2013) флороценопиты – это типы растительности, которые формируются на территориях региональной размерности (по флористическому районированию – ранга от подцарства до подобласти) и флорогенетически однородны.

Флороценопиты (в понимании П.Н. Овчинникова (Ovchinnikov, 1947, 1971) и Р.В. Камелина, (Kamelin, 1973, 1979)) – флорогенетически более или менее цельные региональные варианты эколого-физиономических (т. е. эколого-структурных) типов растительности (Yurtsev, Kamelin, 1991). Географическая определенность флороценопитов превращает основанные на них ценогенетические элементы, по существу, в географо-ценогенетические. Флороценопиты отражают приверженность видов к определенным типам растительности, одновременно учитывая сведения об их экологических предпочтениях и исторических аспектах их возникновения и миграции.

Виды степных сообществ района КМВ относятся к 6 флороценопитам в понимании А.Л. Иванова (Ivanov, 1998, 2019). 69.7% видов изученных степных сообществ строго приурочены к одному флороценопиту (“ценотипно верные”, по А.Л. Иванову). 30.3% принадлежат к 2–3 флороценопитам одновременно (пустынный, сорный, луговостепной, лесолуговой), из них 19.3% видов собрано в группу “смешанный” флороценотип. Наиболее представительна группа видов лугового флороценопита (28.8% всего видового состава) (рис. 1). Видов, верных только степным фитоценозам, – 19.9%. Видов, встречающихся в сообществах обоих типов и отнесенных к лу-

говостепному флороценопиту – 6.2%. Широко представлен и пустынный флороценотип (10.3%). Доминирующее положение в нем занимают типичные кальцепетрофильные виды (7.6%). Если рассматривать степной и пустынный флороценопиты, как общий ксерофитный компонент флоры (Agafonov, 2013), то луговых и степных видов в составе степных сообществ района КМВ приблизительно равное количество.

Сравнение с эколого-ценотическим составом флоры Передовых меловых хребтов Центрального Предкавказья (Rybalkina, 2009) показывает, что процент ценотически верных луговых видов выше во флористическом составе степных сообществ гор-лакколитов КМВ, Джинальского и Боргустанского хребтов (во флоре Передовых хребтов – 21.4%), видов степного флороценопита в исследуемых нами сообществах в два раза больше (во флоре Передовых хребтов – 9.7%). Доли ценотически верных видов, приуроченных к горным субстратам разного механического состава и химизма (кальцепетрофильных, псаммофильных, оксилофильных, аргиллофильных) в рассматриваемых степных сообществах и во флоре Передовых меловых хребтов Центрального Предкавказья практически совпадают (10.3 и 8.8% соответственно).

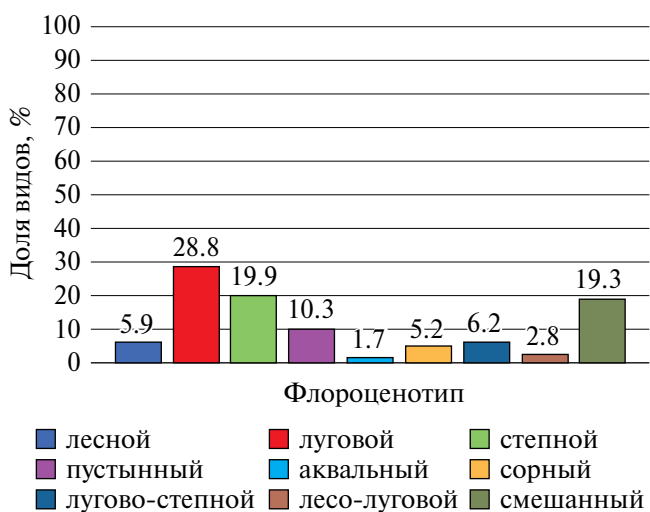


Рис. 1. Эколого-ценотический спектр флористического состава степных сообществ региона Кавказских Минеральных Вод.

Fig. 1. Ecological and cenotic spectrum of floristic composition of steppe communities of the Caucasus Mineral Waters region.

Кальцепетрофильные виды приурочены к выходам известняков, мергелей, мела и других, богатых соединениями кальция горных пород, распространенных на склонах южной экспозиции вулканогенных гор района КМВ, а также Джинальского и Боргустанского хребтов. К подобным видам относятся: *Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute, *Astragalus demetrii* Charadze, *Campanula sarmatica* Ker Gawl., *Hedysarum tauricum* Pall. ex Willd., *Scutellaria orientalis* L., *Thymus daghestanicus* Klokov & Des.-Shost. и др. Псаммофильные виды распространены на рыхлых песчаных горных породах; в степных сообществах КМВ встречаются 3 вида псаммофитов: *Hylotelephium maximum* (L.) Holub, *Centaurea arenaria* M. Bieb., *Myosotis micrantha* Pall. ex Lehm. Аргиллофильный вид, приуроченный к глинистым субстратам, всего один: *Allium atrovioleaceum* Boiss. Оксифильные виды предпочитают расти на горных породах кислого состава. К кислым породам относятся большинство вулканогенных пемз (в том числе, риолиты), а также — граниты и гранит-порфиры, т. е. породы, встречающиеся на горах-лакколитах КМВ. К оксифильным видам в составе степных сообществ КМВ принадлежат: *Festuca rupicola* Heuff., *Nepeta cyanea* Stev., *Rosa balcarica* Galushko, *Sedum album* L. Некоторые виды из сборной группы “смешанных” флороценотипов тяготеют к нескольким типам субстратов разного состава, например, *Ephedra distachya* L. — кальцепетрофит и псаммофит, *Euphorbia glareosa* Pall. ex M. Bieb. — кальцепетрофит и аргиллофил.

Сорных видов исключительно сегетального флороцено типа, т. е. сорняков в посевах сельскохозяйственных культур, в составе степных сообществ района КМВ не выявлено, а верных видов рудерального флороцено типа (сорных) немного — 3.3%. Для сравнения, во флоре Передовых меловых хребтов Центрального Предкавказья цено типно верных рудеральных видов — 5.9% (Rybalkina, 2009), во флоре всего Предкавказья — 6.9% (Ivanov, 1998). Однако в сборной группе видов, попавших в категорию “смешанный флороцено тип”, сегетально-рудеральных сорняков — 1.9% от состава исследуемых сообществ. Таким образом, сорных видов, в широком смысле, в составе степных сообществ района КМВ — 5.2% (см. рис. 1). Кроме того, луговых и степных видов, которые одновременно отнесены и к сорному флороцено типу, т. е. факультативно рудеральных и сегетальных растений, которые могут

расти также на сильно антропогенно трансформированных территориях — 8.7%. Здесь, безусловно, влияет значительный антропогенный прессинг (рекреационная нагрузка и выпас скота), который действует на многие сообщества гор-лакколитов и меловых хребтов региона КМВ. При этом, во флоре Предкавказья сорных видов существенно больше (23.2%, включая 12.8% верных).

Таким образом, флористический состав степных сообществ района КМВ по экологическому спектру лугово-степной с некоторым преобладанием видов ксерофитной группы флороцено типов.

Географический анализ

Географический анализ — количественная оценка соотношения географических элементов флоры. Поскольку современное распространение видов зависит от множества факторов: природных барьеров, дифференциации среды, экологических, биологических, морфофизиологических отличий видов и т. д. (Yurtsev, Kamelin, 1991), географический анализ помогает понять закономерности формирования тех или иных растительных сообществ и типов растительности. Основой географического анализа является составление спектра распределения видов по типам ареалов.

Анализ списка видов степных сообществ района КМВ по системе географических элементов, приведенной в работе А.Д. Михеева (Mikheev, 2000), выявил подавляющее превосходство группы видов с бореальным типом ареала — 65.1%; равное количество широко распространенных видов (14.2%) и видов с древнесредиземноморским типом ареала (14.4%) (табл. 2). В составе всей флоры Верхнекумского района преобладающее значение также имеют бореальные виды (59.4%) (Mikheev, 2000). В группе бореальных видов, как в нашем видовом списке степей района КМВ, так и в списке флоры всего Верхнекумского района, доминируют виды кавказского географического элемента (18.2 и 20.8% соответственно).

По отдельным геоэлементам в спектре видов степных сообществ района КМВ по системе географических элементов, приведенной в работе А.Д. Михеева (Mikheev, 2000), доминируют виды бореальной группы ареалов: понтическо-южносибирские (13.43%), евро-сибирские (14.22%) и кавказские (18.17%). В списке видов

степных сообществ КМВ насчитывается 290 видов (45.82%) этих трех типов геоэлементов (см. табл. 2). Это согласуется с выводами А.Д. Михеева, о численном преобладании в степных низкогорьях бореального элемента, “даже скорее суббореального понтичеко-южносибирского и понтичеко” (Mikheev, 2000).

Анализ географического спектра видов, входящих в состав степных сообществ исследуемого региона, по системе географических элементов А.Л. Иванова (Ivanov, 1998) также подчеркивает доминирующую роль видов с бореальным типом ареалов (50.6%) (см. табл. 2). Их роль в сложении сообществ еще более возрастает, в сравнении с Предкавказьем (39.8%). Основное ядро

бореального геоэлемента в видовом составе степей района КМВ составляют виды кавказского (распространенные в Кавказской провинции) типа ареала (особенно, общекавказского, т. е. встречающиеся на территории всего Кавказа) (см. табл. 2). Однако по системе географических элементов А.Л. Иванова (Ivanov, 2019) ареалы значительно большего числа видов в составе степных сообществ района КМВ трактуются как палеарктические (19.1%). Существенное участие видов широкоареальных групп геоэлементов свойственно сообществам зональных луговых и богаторазнотравно-дерновиннозлаковых степей (Sagalaev, 2004). По сравнению с флорой Предкавказья в составе степных сообществ КМВ

Таблица 2. Географический спектр видового состава степных сообществ района Кавказских Минеральных Вод (КМВ), флоры Верхнекумского флористического района (КМВ) и флоры Предкавказья

Table 2. Geographical spectrum of species of the steppe flora of the Caucasus Mineral Waters region (CMW), of the flora of the Upper Kuma floristic region (CMW), and the flora of the Fore-Caucasus

ГЕОЭЛЕМЕНТ GEOGRAPHIC ELEMENT	Тип ареала Type of range	Флористический состав степей гор- лакколитов, района КМВ: анализ по А.Д. Михееву (2000)	Флора Верхнекумского флористического района (КМВ) по А.Д. Михееву (2000)	Флористический состав степей гор- лакколитов, района КМВ: анализ по А.Л. Иванову (1998, 2019)	Флора Предкавказья по А.Л. Иванову (1998)
		Floristic composition of the steppes of the CMW laccoliths: analysis after Mikheev (2000)	Flora of the Upper Kuma floristic region (CMW), after Mikheev (2000)	Floristic composition of the steppes of the CMW laccoliths: analysis after Ivanov (1998, 2019)	Fore-Caucasian flora after Ivanov (1998)
		Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)	Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)	Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)	Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)
ПЛЮРИРЕГИОНАЛЬНЫЕ / PLURIREGIONAL		3 (0.47)	46 (2.09)	5 (0.79)	57 (2.4)
ОБЩЕГОЛАРКТИЧЕСКИЕ / GENERAL HOLARCTIC		90 (14.2)	307 (13.92)	133 (21.0)	508 (21.6)
Голарктический / Holarctic		12 (1.9)	75 (3.4)	12 (1.9)	112 (4.8)
Палеарктический / Palearctic		78 (12.32)	232 (10.52)	121 (19.1)	396 (16.8)
БОРЕАЛЬНЫЕ / BOREAL		412 (65.1)	1310 (59.4)	320 (50.6)	935 (39.8)
Циркумбореальный / Circumboreal		10 (1.58)	72 (3.26)	3 (0.5)	28 (1.2)
Евро-Сибирский / European-Siberian		90 (14.22)	251 (11.38)	43 (6.8)	100 (4.3)
Европейский / European		—	—	48 (7.6)	172 (7.3)
Кавказский / Caucasian		115 (18.17)	458 (20.76)	93 (14.7)	244 (10.4)
в том числе: Общекавказский / General Caucasian		—	—	48 (7.6)	132 (5.6)
Эукавказский / Eucaucasian		—	—	35 (5.5)	59 (2.5)
Предкавказский / Fore-Caucasian		—	—	10 (1.6)	53 (2.3)

Таблица 2 (окончание)
Table 2 (end)

ГЕОЭЛЕМЕНТ GEOGRAPHIC ELEMENT	Тип ареала Type of range	Флористический состав степей гор- лакколитов, района КМВ: анализ по А.Д. Михееву (2000) Floristic composition of the steppes of the CMW laccoliths: analysis after Mikheev (2000) Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)	Флора Верхнекумского флористического района (КМВ) по А.Д. Михееву (2000) Flora of the Upper Kuma floristic region (CMW), after Mikheev (2000) Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)	Флористический состав степей гор- лакколитов, района КМВ: анализ по А.Л. Иванову (1998, 2019) Floristic composition of the steppes of the CMW laccoliths: analysis after Ivanov (1998, 2019) Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)	Флора Предкавказья по А.Л. Иванову (1998) Fore-Caucasian flora after Ivanov (1998) Количество видов (Доля видов (%)) Number of species (Share of species, %)
Евро-Кавказский / European-Caucasian		58 (9.16)	205 (9.29)	41 (6.5)	86 (3.7)
Эвксинский / Euxine		2 (0.32)	33 (1.5)	1 (0.2)	41 (1.7)
Понтическо-Южносибирский / Pontic-South Siberian		85 (13.43)	152 (6.89)	43 (6.8)	99 (4.2)
Кавказско-Эвксинский / Caucasian-Euxine		4 (0.63)	53 (2.4)	—	—
Крымско-Новороссийский / Crimean-Novorossiysk		3 (0.47)	7 (0.32)	8 (1.3)	17 (0.7)
Понтический / Pontic		45 (7.11)	79 (3.58)	40 (6.3)	148 (6.3)
ДРЕВНЕСРЕДИЗЕМНОМОРСКИЕ / ANCIENT MEDITERRANEAN		91 (14.4)	376 (17.0)	80 (12.6)	422 (17.9)
Общедревнесредиземноморский / General Ancient Mediterranean		41 (6.48)	166 (7.53)	24 (3.8)	135 (5.7)
Восточноедревнесредиземно морской / Eastern Ancient Mediterranean		7 (1.11)	33 (1.50)	10 (1.6)	38 (1.6)
Западноедревнесредиземноморский / Western Ancient Mediterranean		—	—	16 (2.5)	74 (3.2)
Средиземноморский / Mediterranean		11 (1.74)	56 (2.54)	14 (2.2)	38 (1.6)
Ирано-Туранский / Iranian-Turanian		29 (4.58)	111 (5.03)	9 (1.4)	47 (2.0)
Армено-Иранский / Armenian-Iranian		1 (0.16)	2 (0.09)	4 (0.6)	28 (1.2)
Туранский / Turanian		2 (0.32)	7 (0.32)	3 (0.5)	62 (2.6)
СВЯЗУЮЩИЕ / CONNECTING		34 (5.4)	110 (5.0)	92 (14.5)	382 (16.3)
АДВЕНТИВНЫЕ / ADVENTIVE		3 (0.47)	57 (2.58)	3 (0.47)	47 (2.0)
ИТОГО / TOTAL		633 (100)	2206 (100)	633 (100)	2351 (100)

несколько возрастает роль видов с евро-кавказским и понтическо-южносибирским типами ареалов (см. табл. 2). Это обстоятельство вполне соотносится с расположением изучаемых сообществ преимущественно горностепного характера в зоне лесостепи. Виды с евро-кавказским типом ареала тяготеют, по Е.М. Лавренко (Lavrenko,

1950, 1970), к Европейской широколиственной области, а с понтическо-южносибирским — к Евразийской степной области. Р.М. Середин (Seredin, 1979) считал, что степная флора Предкавказья развилась некогда из элементов горных степей и обогатилась впоследствии за счет растений южных степей. Обращает на себя внимание

слабая роль предкавказских геоэлементов в составе степных сообществ района КМВ (их доля — всего 1.6%) (см. табл. 2).

По преобладающим геоэлементам спектр видов степных сообществ района КМВ, как и флора всего Предкавказья, характеризуется как европейско-кавказско-палеарктический. В степных сообществах КМВ насчитывается 260 видов этих трех типов геоэлементов (48 видов европейского геоэлемента, 93 — кавказского геоэлемента и 121 — палеарктического геоэлемента), что составляет 41.4% всего видового состава.

Географический анализ, проведенный нами независимо по двум схемам — А.Д. Михеева (Mikheev, 2000) и А.Л. Иванова (Ivanov, 1998, 2019), позволил выявить основную закономерность: преобладание в составе степных сообществ района КМВ видов бореальной группы ареалов с ведущей ролью видов кавказского геоэлемента. Таким образом, видовой состав степей исследуемого района демонстрирует прочные связи как с флорой Кавказа, так и с флорой степной зоны Евро-Сибирской области.

Показательно также сравнение полученных нами закономерностей с результатами анализа флор смежных регионов. З.М. Гучасов (Guchasov, 2003) характеризует флору Скалистого хребта и Юрской депрессии Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) как кавказско-бореальную: бореальные виды преобладают как во флоре в целом, так и во флоре отдельных поясов и местообитаний. Роль древнесредиземноморских видов во флоре Скалистого хребта и Юрской депрессии также велика (12.35%). Во флоре Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа доля палеарктическо-кавказско-субкавказских видов составляет 44.7% (Rybalkina, 2009).

Биоморфологический анализ

Анализ спектра биоморф является важной составляющей геоботанических исследований, поскольку он существенно дополняет представление о растительных сообществах (Ipatov, Kirikova, 1997). Выявление фитоценотической роли жизненных форм в основных типах фитоценозов способствует выявлению общей направленности их развития в конкретных условиях (Ziman, 1976). Биоморфологический анализ включает распреде-

ление видов по составу жизненных форм. Состав жизненных форм растений конкретной флоры зависит от целого комплекса факторов, среди которых: история формирования фитоценозов, разнообразие их местообитаний, состав окружающей растительности, наличие различных нарушений и т. д. При этом чаще всего используют системы жизненных форм К. Раункиера (Raunkiaer, 1934) и И.Г. Серебрякова (Serebryakov, 1962, 1964).

В видовом составе исследуемых сообществ выделено пять основных биоморф по критериям К. Раункиера (Raunkiaer, 1934), основанном на положении почек возобновления по отношению к поверхности почвы (рис. 2). В степях, как сообществах многолетних травянистых ксерофитов, участие древесных видов незначительно. Поэтому, закономерно, процент фанерофитов в исследуемых степных сообществах небольшой. Фанерофиты насчитывают 25 видов и вместе составляют 3.9% от всего спектра биоморф. В целом же, биоморфологический спектр видов степных сообществ района КМВ во многом сходен с распределением видов флоры всего Предкавказья (Ivanov, 1998) и флоры меловых хребтов центральной части Северного Кавказа (Rybalkina, 2009) по типам жизненных форм (по классификации Раункиера). На первом месте в спектре

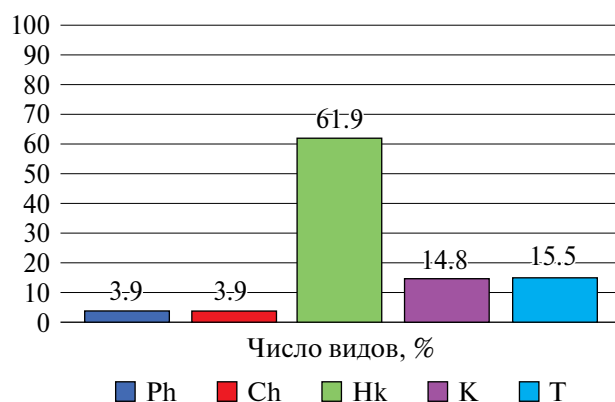


Рис. 2. Соотношение жизненных форм (по классификации К. Раункиера) видов растений степей района Кавказских Минеральных Вод. Ph — фанерофиты; Ch — хамефиты; Hk — гемикриптофиты; K — криптофиты; T — терофиты.

Fig. 2. The ratio of life forms (according to K. Raunkiaer's classification) of plant species of the steppes of the Caucasus Mineral Waters region. Ph — phanerophytes; Ch — chamaephytes; Hk — hemicryptophytes; K — cryptophytes; T — therophytes.

биоморф, с 61.9% от общего списка видов располагаются гемикриптофиты, что на 7% больше их доли во всей флоре Предкавказья и практически равно их доле во флоре меловых хребтов (60.8%). Однако А.Д. Михеев (Mikheev, 2000) отмечает в степях КМВ существенно меньший процент гемикриптофитов (около 45%). Терофиты представлены слабее, чем во флоре Предкавказья (27%) и Передовых меловых хребтов (21.1%): 98 видов (15.5%). Криптофитов — 14.8% (больше, чем во флоре Предкавказья и во флоре меловых хребтов). Процент хамефитов в составе исследуемых степных сообществ р-на КМВ и во флоре Предкавказья одинаково низкий (3.8% против 3.4%). Аналогичные соотношения биоморф, с несколько большей долей терофитов, приводятся для степных пастбищ Хорватии (Zuna Pfeiffer et al., 2016) и для степной “флоры” Актюбинского флористического округа (северо-запад Казахстана) (Aipeissova, 2017). А. Я. Григорьевская с соавторами (Grigorevskaya et al., 2016) указывают на редкую встречаемость терофитов в составе луговой степи заказника “Каменная степь” (Воронежская обл.).

Среди гемикриптофитов в составе рассматриваемых сообществ преобладают представители Asteraceae (83 вида), Poaceae (56 видов) и Fabaceae (43 вида), т. е. ведущих семейств (см. табл. 1). Широко представлены виды лугового флороцено типа — 32.4% от общего числа гемикриптофитов, много степных флороценоэлементов (21.2%). Большинство видов сухих субстратов, особенно петрофитных, также — гемикриптофиты (12.0%). Среди терофитов распространены виды Brassicaceae (18 видов) и Caryophyllaceae (12 видов); максимально представлен сорный флороцено тип (17.4%). Степные и луговые виды встречаются среди терофитов в равном соотношении (15–16%), при этом много факультативно рудеральных степных флороценоэлементов (18.4%). Доли степных и луговых флороценоэлементов сходно представлены в группе криптофитов (25.5 и 31.9%), немало лугово-степных видов — 16%. Представители жизненной формы хамефитов — часто петрофильные виды (33.3%).

В спектре жизненных форм по системе И.Г. Серебрякова (Serebryakov, 1962, 1964) в составе исследуемых сообществ абсолютно преобладают травы (табл. 3). Деревьев в видовом списке всего 6, на степных участках единично встречается

возобновление следующих древесных пород: *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Pyrus caucasica* Fed. Много кустарников — 23 (3.6%), чаще всего в составе описываемых сообществ степей района КМВ встречаются: *Amygdalus nana* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova, *Rhamnus pallasii* Fisch. et С.А. Mey. и *Rosa pimpinellifolia* L. Кустарничек всего один — *Genista albida* Willd. Представительна группа полукустарничков (14 видов, 2.2%), большинство видов данной группы — петрофиты (*Scutellaria orientalis* L., *Teucrium chamaedrys* L. и *T. polium* L., виды родов *Helianthemum* и *Thymus*); они распространены на каменистых участках склонов и на выходах меловых пород. Есть виды каменистых субстратов и среди полукустарников, например, *Ephedra distachya* L., *Artemisia armeniaca* Lam.

Поликарпические травы составляют 73.3% анализируемого списка видов; монокарпические — 19% (см. табл. 3). Для сравнения, в составе сообществ луговых степей центральной части Приволжской возвышенности (Ульяновская обл.) поликарпических трав — 70.9%, монокарпических — 10.8% (Agafonov, 2013). В степных сообществах бассейна р. Дон (в границах Ростовской обл.) соотношение несколько иное: поликарпических трав — 54.81%, монокарпических — 34.91% (Demina, 2011). В степных сообществах Актюбинского флористического округа (северо-западный Казахстан) поликарпических трав — 61.2%, монокарпических — 30.5% (Aipeissova, 2017). По спектру биоморф флористический состав степных сообществ р-на КМВ ближе к ценофлорам ксеромезофитных, мезоксерофитных и ксерофитных травянистых и кустарничковых сообществ горных степей и томиляров (чем к ценофлоре предгорных степей) Крыма (Didukh, 1992). Однако, процентное соотношение эфемеров и эфемероидов в степных сообществах КМВ значительно ниже, чем в составе травяных и кустарничковых сообществ горного и предгорного Крыма: 8.8% в степных сообществах р-на КМВ против 15.8 и 23.2% в ценофлоре крымских ксерофитных фитоценозов. При этом количество эфемероидов в исследуемых нами сообществах примерно равно в числовом выражении (41 и 43 вида соответственно) их количеству во флоре Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа (Rybalkina, 2009), т. е. большинство эфемероидов флоры меловых хребтов встречается

Таблица 3. Соотношение жизненных форм растений (по Serebryakov, 1964) в составе степных сообществ района Кавказских Минеральных Вод**Table 3.** Proportion of plant biomorphs (Serebryakov, 1964) in the steppe communities of the Caucasus Mineral Waters region

Жизненные формы Life forms	Абсолютное число видов Absolute number of species	Доля от общего числа видов (%) Percentage of the total species number
I. Древесные и полудревесные растения – 49 видов (7.7%) / Woody and semiwoody plants		
I. Деревья (возобновление) (Д) / Trees (shoots and saplings)	6	0.9
II. Кустарники (К) / Shrubs	23	3.6
III. Кустарнички (Кч) / Dwarf shrubs	1	0.2
IV. Полукустарники (Пк) / Semishrubs	5	0.8
V. Полукустарнички (Пкч) / Dwarf semishrubs	14	2.2
II. Травянистые растения – 584 видов (92.3%) / Herbaceous plants		
1. Поликарпические травы – 464 видов (73.3%) / Herbaceous polycarpics		
Стержнекорневые / Tap-rooted	175	27.6
Короткокорневищные (в том числе короткокорневищно-кистекокорневые) / Short-rhizomatous (including short-rhizomatous-fibrous-rooted)	159 (52)	25.1 (8.2)
Длиннокорневищные / Long-rhizomatous	94	14.9
Кистекокорневые / Fibrous-rooted	11	1.7
Луковичные и клубнелуковичные / Bulbiferous and bulbotuberiferous	25	4
2. Монокарпические травы – 120 видов (19%) / Herbaceous monocarpics		
Преимущественно однолетние (<i>Одн</i>) / Mainly annuals	94	14.9
Стержнекорневые / Tap-rooted	88	13.9
Кистекокорневые / Fibrous-rooted	6	1
Преимущественно двулетние (<i>Дв</i>) / Mainly biennials	26	4.1
Стержнекорневые / Tap-rooted	25	3.9
Короткокорневищно-кистекокорневые / Short-rhizomatous-fibrous-rooted	1	0.2
Дополнительная информация по жизненным формам травянистых растений / Additional information on the biomorphs of herbaceous plants		
Эфемеры / Ephemers	18	2.8
Эфемероиды / Ephemerooids	38	6.0
Столonoобразующие и ползучие / Stoloniferous and creeping	16	2.5
Клубнеобразующие / Tuber-forming	17	2.7
Корнеотпрысковые / Root-sucker plants	10	1.6
Паразитические и полупаразитические / Parasitic and hemi-parasitic	12	1.9
Суккулентные / Succulents	8	1.3
Лиановидные / Lianoids	10	1.6
Дерновинные / Tussock plants	41	6.5

в исследуемых степных сообществах КМВ. Однако, в процентном отношении доля эфемероидов во флоре Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа ниже (2.7%), чем в степных сообществах региона КМВ (6.1%). Из 25 видов эфемеров Предкавказья в изученных фитоценозах отмечено 18 (2.8%), что как в числовом (6), так и в процентном (0.4%) отношении больше, чем во флоре Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа (см. табл. 3). Паразитических и полупаразитических форм (12 видов) в степных сообществах района КМВ существенно меньше, чем во флоре Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа (41 вид).

В основе системы жизненных форм И.Г. Серебрякова (Serebryakov, 1962, 1964) лежит эколого-морфологический принцип; поэтому строению корневых систем растений уделено особое внимание. И.Г. Серебряков (Serebryakov, 1964) указывал, что внутренняя и внешняя структура подземных побегов и корневых систем разных жизненных форм отражают приспособленность растений к условиям среды, в которых они сформировались. Корневая система во многом определяет характер взаимоотношений совместно обитающих видов, их конкурентные отношения в фитоценозе (Zozulin, 1959; Ipatov, Kirikova, 1999). Встречаемость растений на почвах определенных типов, распределение особей видов в фитоценозах, принадлежащих к различным синтаксонам, в том числе обусловлены биологическими особенностями растений, в частности их способностью к вегетативному размножению подземными органами (Oleinikova, 2018). Таким образом, эколого-морфологический анализ позволяет интерпретировать адаптационные возможности представителей разных жизненных форм и их стратегии (Demina, 2011).

По ведущей жизненной форме степные сообщества района КМВ характеризуются преобладанием корневищных поликарпиков (см. табл. 3), что говорит о широком распространении более увлажненных местообитаний луговых степей. По типам корневых систем внутри группы поликарпических трав число корневищных видов значительно превосходит число стержнекорневых. Корневищных (длиннокорневищных, короткокорневищных, короткокорневищно-кистекорневых) поликарпиков суммарно — 40%, стержнекорневых поликарпиков — 27.6% (см.

табл. 3). Для сравнения: в составе степных сообществ бассейна р. Дон (Demina, 2011) поликарпических видов со стержневой корневой системой — 17.3%, а корневищных (включая короткокорневищно-кистекорневые) — 22.7%. Во флоре луговых степей центральной части Приволжской возвышенности (Ульяновская обл.) стержнекорневых поликарпических трав больше (31.8%), чем корневищных (24.7%) (Agafonov, 2013). При этом среди монокарпических трав в степных сообществах района исследования стержнекорневых — абсолютное большинство (см. табл. 3). Суммарно стержнекорневых видов (как поликарпиков, так и монокарпиков) в сообществах степей района КМВ — 45.4%. Считается, что доля стержнекорневых растений в спектре жизненных форм возрастает в более ксеротермических условиях, а конкретно, доля стержнекорневых травянистых многолетников возрастает при увеличении сухости почвы (Didukh, 1992; Zhmylev et al., 2021). Значительное разнообразие жизненных форм и обилие стержнекорневых поликарпиков и однолетников — специфические черты флор засушливых территорий, в том числе, степных районов (Kamelin, 1973).

Дерновинных форм в составе видов степей региона КМВ — 6.5%. Это — основные доминанты степных сообществ: злаки из родов *Stipa*, *Festuca*, *Agropyron*, *Koeleria*, *Cleistogenes*, *Helictotrichon*, а также некоторые осоки.

Общий спектр биоморф степных фитоценозов региона КМВ с преобладанием корневищных поликарпических трав и доминирование среди основных ценозообразующих видов дерновинных форм является типичным для сообществ луговых степей.

Анализ эндемизма

Определение доли эндемиков во флоре региона позволяет судить о степени оригинальности и самобытности флоры, а также делать выводы о путях ее происхождения (Kamelin, 1973; Tolmachev, 1974). Учет количественного и качественного состава эндемиков имеет большое значение при флористическом районировании, а также при разработке вопросов охраны растений (Ivanov, 1998). Критерием эндемизма является приуроченность ареала вида к определенной территории (Tolmachev, 1974).

В составе степных сообществ региона КМВ отмечено 8 эндемиков Российской части Кавказа. Это такие виды, как: *Astragalus lasioglottis* Stev. ex M. Bieb., *Psephellus ciscaucasicus* (Sosn.) Galushko, *P. leucophyllus* (M. Bieb.) С.А. Mey., *Iris marschalliana* Bobr., *Asperula lipskyana* V. Krecz., *Thymus markhotensis* Maleev, *Thymus pastoralis* Ijlin, *Crepis caucasigena* Czerep. Из 23 эндемиков Предкавказья (Ivanov, 1998), ареалы которых охватывают всю территорию Предкавказья или значительную ее часть, в составе изученных сообществ отмечены три вида: *Bromopsis gordjaginii* (Tzvel.) Galushko, *Iris notha* M. Bieb., *Crambe cordifolia* Steven subsp. *cordifolia*.

Отдельно следует отметить, что в степных сообществах региона КМВ более 20 реликтовых видов и более 60 видов, имеющих охранный статус (Krasnaya..., 2013), в том числе 15 видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (Order..., 2023).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В составе степных сообществ региона КМВ выявлено 633 вида высших сосудистых растений, относящихся к 278 родам и 66 семействам, что составляет 28.7% от флоры Верхнекумского флористического района (Mikheev, 2000). Состав и пропорции семейственного, родового и видового спектров исследуемых сообществ характеризуют их флористический состав как преимущественно бореальный, с отдельными чертами средиземноморских флор. Состав и структура семейственного спектра степных сообществ региона КМВ содержит большое количество общих черт с наборами крупнейших семейств флор Верхнекумского флористического района и Предкавказья в целом.

Эколого-ценотический анализ показал преобладание в составе степных сообществ региона КМВ луговой группы видов. Много также типично степных флороценоэлементов и сухостепных видов, приуроченных к разным типам обнажений. В группе сухостепного флороцено-типа главенствующее положение занимают петрофиты. Таким образом, флористический состав сообществ степей региона КМВ по эколого-ценотическому спектру может быть охарактеризован как лугово-степной с равно представленными степным и луговым компонентами флоры.

Географический анализ флористического состава изучаемых сообществ показал доминирование бореальной группы геоэлементов, ведущая роль в которой принадлежит кавказским географическим элементам. Эти закономерности подчеркивают двойственный характер видового состава изученных сообществ. С одной стороны, видовой состав степей исследуемого района демонстрирует прочные связи с флорой зональных степей, с другой – расположение региона КМВ у подножия Большого Кавказа закономерно усиливает роль кавказских географических элементов в видовом составе степных сообществ.

По биоморфологическому спектру видов сообщества степей региона КМВ характеризуются преобладанием гемикриптофитов. Высокий процент участия видов лугового флороцено-типа в спектре основных групп биоморф, а также несколько сниженная доля участия терофитов в составе изучаемых сообществ косвенно свидетельствуют о существенном вкладе сообществ луговых степей в фитоценоотическое разнообразие региона. В структуре жизненных форм по системе И.Г. Серебрякова (Serebryakov, 1962, 1964) доминируют корневищные поликарпические травы. При этом большая доля стержнекорневых трав (как поликарпиков, так и монокарпиков) отражает факт широкого распространения под степными ценозами исследуемого региона сухих типов почв, в том числе каменистых и щебнистых субстратов. Многообразие и сложный спектр жизненных форм в составе степных сообществ района КМВ объясняются наличием комплекса различных местообитаний региона исследований.

В составе изученных сообществ насчитывается шесть эндемиков Северного Кавказа и три эндемика Предкавказья. Высокий процент эндемичных видов подчеркивает самобытность и оригинальность степных сообществ региона КМВ. Более 60 видов имеют охранный статус, 15 из которых, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (Order..., 2023).

Флористически богатые и ценотически разнообразные степи района КМВ, сформировавшиеся на стыке разных физико-географических и флористических провинций, а также природных зон, объединяют черты, присущие как горным луговым, так и зональным богаторазнотравно-дерновиннозлаковым степям. Географическое положение региона исследований обуславливает

горностепной характер растительности и отражает историю ее формирования, связанную, в том числе, с тысячелетним антропогенным воздействием на растительный покров.

БЛАГОДАРНОСТИ

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00238, <https://rscf.ru/project/23-24-00238>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Agafonov] Агафонов М.М. 2013. Флора сосудистых растений луговых и песчаных степей центральной части Приволжской возвышенности (Ульяновская область). — Фиторазнообразие Восточной Европы. VII (1): 4–27.
- [Aipeissova] Айпеисова С.А. 2017. Анализ жизненных форм растений флористических комплексов Актюбинского флористического округа. — Acta Biologica Sibirica. 3(1): 46–51.
- [Alisov] Алисов Б.П. 1969. Климат СССР. М. 104 с.
- [Antonov] Антонов С.А. 2018. Изменение агроклиматического районирования территории Ставропольского края для повышения продуктивности агроландшафтов. — Известия Оренбургского аграрного Гос. ун-та. Сер. Агрономия и лесное хозяйство. 3(71): 8–11. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35173209_74382302.pdf
- [Atlas...] Атлас земель Ставропольского края. 2000. Комитет по земельным ресурсам и землеустройству Ставроп. края. Ставрополь. 118 с.
- [Badakhova] Бадахова Г.Х. 2022. Границы зон увлажнения территории Ставропольского края в условиях современного климата. — Инновационная наука. № 9–1: 80–84. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49371458>
- [Badakhova et al.] Бадахова Г.Х., Байрамкулова Б.О., Гаджимурадова З.М., Джандубаева Т.З. 2013. Мониторинг современных климатических изменений на территории Предкавказья. — Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2: 1–6.
- [Bogatikov et al.] Богатиков О.А., Бондур В.Г., Гурбанов А.Г., Добрецов Н.Л., Карамурзов Б.С., Коваленко В.И., Лавров Н.П., Мелекесцев И.В., Нечаев Ю.В., Пономарева В.В., Рогожин Е.А., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Федотов С.А., Хренов А.П., Ярмолюк В.В. 2005. Новейший и современный вулканизм на территории России. М. 604 с.
- [Czerapanov] Черепанов С.К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. 992 с.
- [Demina] Демина О.Н. 2011. Эколого-биоморфологический анализ степной ценофлоры бассейна Дона. — Юг России: экология, развитие. 6(1): 31–40. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2011-1-31-40>
- [Didukh] Дидух Я.П. 1992. Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). Киев. 256 с.
- [Dubinina et al.] Дубинина Е.О., Носова А.А., Авдеенко А.С., Аранович Л.Я. 2010. Изотопная (Sr, Nd, O) систематика высоко-Sr-Ba гранитоидов позднемиоценовых интрузивов района Кавказских Минеральных Вод. — Петрология. 18(3): 227–256.
- [Dzybov] Дзыбов Д.С. 2018. Растительность Ставропольского края. Ставрополь. 492 с.
- [Galushko] Галушко А.И. 1976. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа. — Флора Северного Кавказа и вопросы ее истории. Вып. 1. Ставрополь. С. 5–130.
- [Grigorevskaya et al.] Григорьевская А.Я., Гамаскова Е.С., Пашенко А.И. 2016. Флора Каменной Степи (Воронежская область): биогеографический, исторический, природоохранный аспекты. Тольятти. 284 с.
- [Gerasimov] Герасимов И.П. 1974. Пятигорские “лакколиты” и происхождение Кавказских минеральных вод. — Геоморфология. 3: 3–13.
- [Gorchakovskiy, Zolotarjeva] Горчаковский П.Л., Золотарева Н.В. 2004. Реликтовая степная растительность Ильменских гор на Южном Урале. — Екатеринбург. 120 с.
- [Guchasov] Гучасов З.М. 2003. Флора Скалистого хребта и Юрской депрессии Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) и ее анализ. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь. 20 с.
- [Gvozdetskiy] Гвоздецкий Н.А. 1963. Кавказ. Очерк природы. М. 264 с.
- [Ipatov, Kirikova] Ипатов В.С., Кирикова Л.А. 1997. Фитоценология. СПб. 316 с.
- [Isachenko, Lavrenko] Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. 1980. Ботанико-географическое районирование. — Растительность Европейской части СССР. Л. С. 10–22.
- [Ivanov] Иванов А.Л. 1998. Флора Предкавказья и ее генезис. Ставрополь. 204 с.
- [Ivanov] Иванов А.Л. 2018. Систематический анализ флоры Российского Кавказа. — Изв. Самарского Научного Центра РАН, сер. Общая биология. Т. 20. 5(4): 631–636.
- [Ivanov] Иванов А.Л. 2019. Конспект флоры Российского Кавказа (сосудистые растения). Ставрополь. 323 с.
- [Kamelin] Камелин Р.В. 1973. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л. 355 с.
- [Kamelin] Камелин Р.В. 1979. Кухистанский округ горной Средней Азии: Ботанико-географический анализ. — Комаровские чтения. Л. Т. 31. 117 с.
- [Kamelin] Камелин Р.В. 2013. Типы растительности: филоценогенез, флороценоотипы. Высшие синтак-

- соны других классификаций растительности. — Бот. журн. 98(5): 553–567.
- [Kavkaz] Кавказ. 1967. Сер. “Природные условия и естественные ресурсы”. М. С. 21–23.
- [Khokhryakov] Хохряков А.П. 2000. Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике. — Бот. журн. 85(5): 1–11.
- [Krasnaya...] Красная книга Ставропольского края. Том 1. Растения. 2013. Ставрополь. 384 с.
- [Kurchavov et al.] Курчавов А.М., Толмачева Е.В., Якушев А.И. 2019. Условия образования и транспортировки расплава к поверхности земли при формировании гранитоидов Кавказских Минеральных Вод. — Вестник Владикавказского Научного Центра. 19(3): 46–57.
<https://doi.org/10.23671/VNC.2019.3.36003>
- [Lavrenko] Лавренко Е.М. 1950. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран. — Проблемы ботаники. Вып. 1. М.—Л. С. 530–541.
- [Lavrenko] Лавренко Е.М. 1970. Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти Степной области Евразии. — Бот. журн. 55(5): 609–625.
- [Lavrenko et al.] Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. 1991. Степи Евразии. Л. 146 с.
- [Lysenko et al.] Лысенко Т.М., Дутова З.В., Шильников Д.С., Шукина К.В., Кессель Д.С., Абдурахманова З.И., Гаджиагаев М.Г., Серебряная Ф.К. 2020. Опыт создания и перспективы базы данных растительных сообществ гор-лакколитов Центрального Кавказа. — Информационные технологии в исследовании биоразнообразия. Мат. III Национальной науч. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения акад. П.Л. Горчаковского. Екатеринбург, 5–10 октября 2020 г. С. 358–360.
- [Menitskiy] Меницкий Ю.Л. 1991. Проект “Конспект флоры Кавказа”. Карта районов флоры. — Бот. журн. 76(11): 1513–1521.
- [Mikheev] Михеев А.Д. 2000. Флора района Кавказских Минеральных Вод и прилегающих территорий (анализ и вопросы охраны). — Дисс. ... доктора биол. наук. СПб. 315 с.
- [Natsionalnyu...] Национальный атлас почв Российской Федерации. 2011. М. 632 с.
- [Oleinikova] Олейникова Е.М. 2018. Оценка структурного разнообразия травянистых растений. — Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 27(2): 161–182.
<https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10027>
- [Order...] Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.05.2023 № 320 “Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации” (зарегистрирован 21.07.2023 № 74362).
- [Ovchinnikov] Овчинников П.Н. 1947. О принципах классификации растительности. — Сообщения Таджикского филиала АН СССР. 2: 18–23.
- [Ovchinnikov] Овчинников П.Н. 1971. Ущелье реки Варзоб как один из участков ботанико-географической области Древнего Средиземья. — Флора и растительность ущелья реки Варзоб. Л. С. 396–447.
- [Plantarium] Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007–2023.
<https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 26.11.2023)
- [Pol et al.] Поль И.Р., Хесс Ю.С., Кобер Б., Борсук А.М. 1993. Происхождение и петрогенезис миоценовых трахириолитов (А-тип) из северной части Большого Кавказа. — Магматизм рифтов и складчатых поясов. М. С. 108–125.
- [Portenier] Портениер Н.Н. 1993. Географический анализ флоры бассейна реки Черек Безенгийский (Центральный Кавказ). I. Природные условия района и общая характеристика его флоры и растительности. — Бот. журн. 78(10): 16–22.
- Raunkiaer C. 1934. Life forms of plants and statistical plant geography. N. Y. — London. 632 с.
- [Rybalkina] Рыбалкина Т.С. 2009. Флора Передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа и ее анализ. — Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань. 22 с.
- [Sagalaev] Сагалаев В.А. 2004. Географический анализ аридной флоры степей и пустынь Юго-Востока Европейской части России. — Известия Волгогр. гос. пед. ун-та. Сер. Биология. 4(09): 27–43.
- [Sazonov, Kolleganova] Сазонов И.Г., Коллеганова Д.А. 2006. Особенности геологического развития Минераловодского выступа. — Вестник Северо-Кавказского гос. техн. ун-та. 3(7): 68–70.
- [Serebryakov] Серебряков И.Г. 1962. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М. 378 с.
- [Serebryakov] Серебряков И.Г. 1964. Жизненные формы высших растений и их изучение. — В кн.: Полевая геоботаника. Т. 3. М.—Л. С. 146–205.
- [Seredin] Середин Р.М. 1979. Флора и растительность Северного Кавказа. Краснодар. 89 с.
- [Shiffers] Шифферс Е.В. 1953. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья. М.—Л. 399 с.
- [Shilnikov] Шильников Д.С. 2010. Конспект флоры Карачаево-Черкесии. Ставрополь. 354 с.
- [Slavyanov] Славянов Н.Н. 1959. История Железноводского курорта и Железноводских минеральных источников. — Тр. Лабор. гидрогеол. проблем. Т. VIII.
- [Slovar'...] Словарь ботанических терминов. 1984. Киев. 307 с.

- [Tishkov et al.] Тишков А.А., Белоновская Е.А., Титова С.В., Царевская Н.Г. 2021. Степи России в мировой сводке по грассландам земли. — Сб. материалов IX межд. симпозиума “Степи Северной Евразии”. Оренбург: Институт степи УРО РАН. С. 799–806. <https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-799-806>
- [Tolmachev] Толмачев А.И. 1974. Введение в географию растений. Л. 244 с.
- [Tolmachev] Толмачев А.И. 1986. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск. 196 с.
- [Tskhovrebov, Faizova] Цховребов В.С., Фаизова В.И. 2015. Почвы и климат Ставрополя. — Вестник АПК Ставрополя. Спецвыпуск 2: 21–34.
- [Yaroshenko] Ярошенко П.Д. 1969. Геоботаника: пособие для студентов пед. вузов. М. 200 с.
- [Yurtsev, Kamelin] Юрцев Б.А., Камелин Р.В. 1991. Основные понятия и термины флористики. Пермь. 80 с.
- [Zhmylev et al.] Жмылев П.Ю., Уланова Н.Г., Черденченко О.В. 2021. Биоразнообразие флористического состава фитоценозов. — В кн.: Подходы и методы: учебное пособие. М. 112 с.
- [Ziman] Зиман С.Н. 1976. Жизненные формы и биология степных растений Донбасса. Киев. 191 с.
- Zuna Pfeiffer T., Spoljaric Maronic D., Zahirovic V., Stevic F., Zjalic M., Kajan K., Ozimec S., Mihaljevic M. 2016. Early spring flora of the Sub-Pannonic steppic grassland (NATURA 2000 site) in Bilje, northeast Croatia. — *Acta Botanica Croatica*. 75(2). <https://www.abc.botanic.hr/index.php/abc/article/view/1570>
- [Zozulin] Зозулин Г.М. 1959. Подземные части основных видов травянистых растений и ассоциаций плакоров среднерусской лесостепи в связи с вопросами формирования растительного покрова. — Труды Центр.-Черн. заповед. 5: 3–315.

ANALYSIS OF THE FLORISTIC COMPOSITION OF STEPPE COMMUNITIES OF THE CAUCASIAN MINERAL WATERS REGION

K. V. Shchukina¹*, T. M. Lysenko¹, D. S. Shilnikov¹, V. Yu. Neshataeva¹,
D. S. Kessel¹, N. S. Liksakova¹, M. V. Neshataev¹

¹*V.L. Komarov Botanical Institute RAS
Prof. Popov Str., 2, Saint Petersburg, 197022, Russia*

**e-mail: schukina@binran.ru*

A comprehensive analysis of the species composition of the steppe communities of the laccolith mountains of the Caucasus Mineral Waters region (CMW), as well as of Jinal and Borgustan ridges in the vicinity of Kislovodsk was carried out. The research area is located in the Fore-Caucasus, in the south of the Stavropol Territory, and is characterized by a high diversity of steppe-type vegetation communities. The list of the flora of the CMW steppes is based on 294 relevés of steppe vegetation, and comprises 633 vascular plant species belonging to 278 genera and 66 families, which is 28.7% of the flora of the Upper Kuma floristic region. The composition and proportions of the family and generic spectra of the studied communities characterize their floristic composition as predominantly boreal, with several features characteristic of Mediterranean floras. In the composition of the steppe communities of the study area, the leading role belongs to a group of species of boreal range types with the dominance of the Caucasian geographic element. According to the ecological-cenogenetic spectrum, the species composition of the communities of the studied steppes can be characterized as meadow-steppe, with equally represented steppe and meadow components of flora. The main dominants of the steppe communities of the CMW are cespitose grasses, with a large share of rhizomatous polycarpic herbs and tap-rooted polycarpics and monocarpics in the floristic composition. In the studied communities, six endemics of the North Caucasus and three endemics of the Fore-Caucasus were recorded. The results of the complex analysis emphasize the heterogeneity and mountain-steppe nature of the floristic composition of the studied vegetation, caused by its geographical location, a combination of a complex set of conditions (relief, parent rocks, soils, etc.), florogenesis and the history of anthropogenic impact.

Keywords: floristic composition, steppe vegetation, region of Caucasian Mineral Waters, laccolith mountains, Front ridges, Northern Caucasus

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was funded by the grant of the Russian Science Foundation No. 23-24-00238, <https://rscf.ru/project/23-24-00238>.

REFERENCES

- Agafonov M.M. 2013. Flora of vascular plants of grassland and sandy steppes of the central part of Privolzhskaya upland. — *Phytodiversity of Eastern Europe*. VII(1): 4–27 (In Russ.).
- Aipeissova S.A. 2017. Analysis of plant life forms in Aktobe region. — *Acta Biologica Sibirica*. 3(1): 46–55 (In Russ.).
- Alisov B.P. 1969. *Klimat SSSR [Climate of the USSR]*. Moscow. 104 p. (In Russ.).
- Antonov S.A. 2018. Izmenenie agroklimaticheskogo rayonirovaniya territorii Stavropolskogo Kraya dlya povysheniya produktivnosti agrolandshaftov [Changing the agro-climatic zoning of the Stavropol Territory to increase the productivity of agricultural landscapes]. — *Izvestia of the Orenburg Agrarian State University. Ser. Agronomy and forestry*. 3(71): 8–11 (In Russ.).
- Atlas zemel' Stavropol'skogo kraya [Atlas of the Stavropol Territory lands. 2000. Stavropol'. 118 p. (In Russ.).
- Badakhova G.Kh. 2022. Granitsy zon uvlazhneniya territorii Stavropol'skogo Kraya v usloviyakh sovremenno-go klimata [Boundaries of humidification zones of the Stavropol Territory in the conditions of modern climate]. — *Innovatsionnaya nauka*. 9–1: 80–84. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49371458>
- Badakhova G.Kh., Bayramkulova B.O., Gadzhimuradova Z.M., Dzhandubaeva T.Z. 2013. Monitoring sovremennykh klimaticheskikh izmeneniy na territorii Predkavkaz'ya [Monitoring of modern climate changes in the territory of the Pre-Caucasus]. — *Izvestiya DGPU, Estestvennye i tochnye nauki*. 2: 1–6 (In Russ.).
- Bogatikov O.A., Bondur V.G., Gurbanov A.G., Dobretsov N.L., Karamurзов B.S., Kovalenko V.I., Laverov N.P., Melekestsev I.V., Nechaev Yu.V., Ponomareva V.V., Rogozhin E.A., Sobisevich A.L., Sobisevich L.E., Fedotov S.A., Khrenov A.P., Yarmolyuk V.V. 2005. The newest and modern volcanism on the territory of Russia. Modern and holocene volcanism in Russia. Moscow. 604 p.
- Czerepanov S.K. 1995. Vascular plants in Russia and neighboring states (within the former USSR). Saint Petersburg. 992 p. (In Russ.).
- Demina O.N. 2011. Eco-biomorphological analysis of steppe coenofloras of the Don basin. — *South of Russia: ecology, development*. 6(1): 31–40 (In Russ.). <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2011-1-31-40>
- Didukh Ya.P. 1992. *Rastitelnyy pokrov Gornogo Kryma (struktura, dinamika, evolutsiya i okhrana) [Vegetation cover of the Mountainous Crimea (structure, dynamics, evolution and protection)]*. Kiev. 256 p. (In Russ.).
- Dubinina E.O., Nosova A.A., Avdeenko A.S., Aranovich L.Ya. 2010. Isotopic (Sr, Nd, O) systematics of high-Sr-Ba granitoids of Late Miocene intrusions of the Caucasian Mineral Waters region. — *Petrology*. 18(3): 227–256 (In Russ.).
- Dzybov D.S. 2018. *Rastitelnost' Stavropolskogo kraya [Vegetation of the Stavropol Territory]*. Stavropol'. 492 p. (In Russ.).
- Galushko A.I. 1976. Analiz flory zapadnoy chasti Tsentral'nogo Kavkaza [Analysis of the flora of the western part of the Central Caucasus]. — *Flora Severnogo Kavkaza I voprosy ee istorii. Vyp. 1. Stavropol'*. P. 5–130 (In Russ.).
- Gerasimov I.P. 1974. Pyatigorskiye "lakolity" I proiskhozhdenie Kavkazskikh mineralnykh vod [Pyatigorsk "laccoliths" and the origin of Caucasian mineral waters]. — *Geomorfologiya*. 3: 3–13 (In Russ.).
- Gorchakovskiy P.L., Zolotar'eva N.V. 2004. Reliktovaya stepnaya rastitelnost' Ilmenskikh gor na Yuzhnom Urale [Relict steppe vegetation of the Ilmen Mountains in the Southern Urals]. Yekaterinburg. 120 p. (In Russ.).
- Grigorevskaya A.Ya., Gamaskova E.S., Pashchenko A.I. 2016. Flora of Kamennaya Steppe (Voronezh region): biogeographical, historical, nature protection aspects. Tolyatti. 284 p. (In Russ.).
- Guchasov Z.M. 2003. Flora Skalistogo khrebt'a i Yurskoy depressii Kabardino-Balkarii (Tsentralnyy Kavkaz) i ee analiz [Flora of the Rocky Ridge and Jurassic depression of Kabardino-Balkaria (Central Caucasus) and its analysis]. Autoref. diss. ... PhD boil. science. Stavropol. 20 p. (In Russ.).
- Gvozdet'skiy N.A. 1963. *Kavkaz. Ocherk prirody [Caucasus. Nature Essay]*. Moscow. 264 p. (In Russ.).
- Habib N., Regagba Z., Djamel Miara M., Ait Hammou M., Snorek J. 2020. Floristic diversity of steppe vegetation in the region of Djelfa, North-West Algeria. — *Acta Botanica Malacitana*. 45: 37–46. <http://dx.doi.org/10.24310/abm.v45i0.7987>
- Ipatov V.S., Kirikova L.A. 1997. *Fitotsenologiya [Phytocenology]*. St. Petersburg. 316 p. (In Russ.).
- Isachenko T.M., Lavrenko E.M. 1980. Botaniko-geograficheskoe rayonirovanie [Botanical and geographical zoning]. — In: *Rastitel'nost' Yevropeyskoy chasti SSSR [Vegetation of the European part of the USSR]*. Leningrad. P. 10–22 (In Russ.).
- Ivanov A.L. 1998. Flora of the Pre-Caucasus and its genesis. Stavropol. 204 p. (In Russ.).
- Ivanov A.L. 2019. *Conspectus florae caucasi rosscae (plantae vasculares)*. Stavropol'. 323 p. (In Russ.).
- Ivanov A.L. 2018. Systematic analysis of the flora of the Russian Caucasus. — *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Tsentra RAN. Ser. Obshchaya biologiya*. Vol. 20. 5(4): 631–636 (In Russ.).
- Kamelin R.V. 1973. *Florogeneticheskiy analiz estestvennoy flory gornoj Sredney Azii [Florogenetic analysis of the natural flora of mountainous Central Asia]*. Leningrad. 355 p. (In Russ.).

- Kamelin R.V. 1979. Kuhistan region of the Middle Asia mountains. Botanical-geographical analysis (Komarov readers, XXXI). Leningrad. 117 p. (In Russ.).
- Kamelin R.V. 2013. Types of vegetation: phylocoenogenesis, florocoenotypes. Higher syntaxa in other vegetation classifications — Bot. Zhurn. 98(5): 553–567 (In Russ.).
- Kavkaz [Caucasus]. 1967. Ser. "Prirodnye usloviya i estestvennye resursy". Moscow. P. 21–23 (In Russ.).
- Khokhryakov A.P. 2000. Taxonomic spectra and their role in comparative floristics. — Bot. Zhurn. 85(5): 1–11 (In Russ.).
- Krasnaya kniga Stavropolskogo kraya. T. 1. Rasteniya [The Red Book of the Stavropol Territory. Vol. 1. Plants]. 2013. Stavropol'. 384 p. (In Russ.).
- Kurchavov A.M., Tolmacheva E.V., Yakushev A.I. 2019. Usloviya obrazovaniya i transportirovki rasplava k povorkhnosti zemli pri formirovani granitoidov Kavkazskikh Mineralnykh Vod [Conditions of formation and transportation of melt to the earth's surface during the formation of granitoids of Caucasian Mineral Waters]. — Vestnik Vladikavkazskogo Nauchnogo Tsentra. 19(3): 46–57 (In Russ.).
<https://doi.org/10.23671/VNC.2019.3.36003>
- Lavrenko E.M. 1950. Osnovnye cherty botaniko-geograficheskogo razdeleniya SSSR i sopedelnykh stran [The main features of the botanical-geographical division of the USSR and neighboring countries]. — Problemy botaniki. Vyp. 1. Moscow–Leningrad. P. 530–541 (In Russ.).
- Lavrenko E.M. 1970. Provincial division of the Black Sea-Kazakhstan subdistrict of the Steppe Region of Eurasia. — Bot. Zhurn. 55(5): 609–625 (In Russ.).
- Lavrenko E.M., Karamysheva Z.V., Nikulina R.I. 1991. Stepi Evrazii [Steppes of Eurasia]. Leningrad. 146 p. (In Russ.).
- Lysenko T.M., Dutova Z.V., Shilnikov D.S., Shchukina K.V., Kessel D.S., Abdurakhmanova Z.I., Gadzhiaev M.G., Serebryanaya F.K. 2020. Experience of creation and perspectives of a database of plant communities of the Central Caucasus mountain-laccolithes. — Information technology in biodiversity research. III National Scientific Conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of the birth of Russian academician Pavel Gorchakovskii. Ekaterinburg, Russia, October 5–10, 2020. P. 358–360 (In Russ.).
- Menitskiy Ю.Л. 1991a. The project "Synopsis of the flora of the Caucasus". Flora area Map. — Bot. Zhurn. 76(10): 1513–1521 (In Russ.).
- Mikheev A.D. 2000. Flora rayona Kavkazskikh Mineral'nykh vod i privileyushchikh territoriy (analiz i voprosy okhrany) [Flora of the Caucasian Mineral Waters area and adjacent territories (analysis and conservation issues)]. — Diss....dokt. biolog. nauk. St. Petersburg. 315 p. (In Russ.).
- Natsionalnyy atlas pochv Rossiyskoy Federatsii [National Atlas of Soils of the Russian Federation]. 2011. Moscow. 632 p. (In Russ.).
- Oleinikova E.M. 2018. Evaluation of structural diversity of grass plants. — Samarskaya Luka: problem regionalnoy i globalnoy ekologii. 27(2): 161–182.
<https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10027>
- Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation No. 320 dated 05.23.2023 "On approval of the List of flora listed in the Red Book of the Russian Federation" (Registered 07.21.2023 No. 74362).
- Ovchinnikov P.N. 1947. O printsipakh klassifikatsii rastitelnosti [On the principles of vegetation classification]. — Soobshcheniya Tadzhijskogo filiala AN SSSR. 2: 18–23 (In Russ.).
- Ovchinnikov P.N. 1971. Ushchelye reki Varzob kak odin iz uchastkov botaniko-geograficheskoy oblasti Drevnego Sredizemnomorya [The gorge of the Varzob River as one of the sites of the botanical and geographical area of Ancient Middle-Earth]. — In: Flora i rastitelnost' ushchelya reki Varzob. Leningrad. P. 396–447 (In Russ.).
- Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007–2023.
<https://www.plantarium.ru/lang/en.html> (accessed on 26 Nov 2023)
- Pol' I.R., Khess Yu.S., Kober B., Borsuk A.M. 1993. Proiskhozhdenie i petrogenesis miotsenovykh trakhiriolitov (A-tip) iz severnoy chasti Bolshogo Kavkaza [Origin and petrogenesis of Miocene trachyriolites (A-type) from the northern part of the Greater Caucasus]. — In: Magmatizm riftov i skladchatykh pojasov. Moscow. P. 108–125 (In Russ.).
- Portenier N.N. 1993. Geograficheskiy analiz flory basseyna reki Cherek Bezengiyskiy (Tsentral'nyy Kavkaz). I. Prirodnye usloviya rayona i obshchaya kharakteristika ego flory i rastitel'nosti. — Bot. Zhurn. 78(10): 16–22 (In Russ.).
- Raunkiaer C. 1934. Life forms of plants and statistical plant geography. N. Y. — London. 632 p.
- Rybalkina T.S. 2009. Flora Peredovykh melovykh khrebtov tsentralnoy chasti Severnogo Kavkaza i eye analiz [Flora of the Advanced Cretaceous ridges of the central part of the North Caucasus and its analysis]. — Autoref. doss. ... PhD biol. sci. Astrakhan'. 22 p. (In Russ.).
- Sagalaev V.A. 2004. Geograficheskiy analiz aridnoy flory stepey i pustyn' Yugo-Vostoka Evropeyskoy chasti Rossii [Geographical analysis of arid flora of steppes and deserts of the South-East of the European part of Russia]. — Izvestiya Volgogradskogo gos. Pedagogicheskogo universiteta. Ser. Biologiya. 4(09): 27–43 (In Russ.).
- Sazonov I.G., Kolleganova D.A. 2006. Osobennosti geologicheskogo razvitiya Mineralovodskogo vystupa [Features of the geological development of the Mineralovodsk ledge]. — Vestnik Severo-Kavkazskogo gos. Takhnicheskogo universiteta. 3(7): 68–70 (In Russ.).
- Serebryakov I.G. 1962. Ecological Morphology of Plants. Life forms of angiosperms and conifers. Moscow. 378 p. (In Russ.).

- Serebryakov I.G. 1964. Life forms of higher plants and their study. — In: Field geobotany. Moscow, Leningrad. Vol. 3. P. 146–205 (In Russ.).
- Seredin R.M. 1979. Flora i rastitelnost' Severnogo Kavkaza [Flora and vegetation of the North Caucasus]. Krasnodar. 89 p. (In Russ.).
- Shilnikov D.S. 2010. Konspekt Flory Karachaevo-Cherkessii [Synopsis of the flora of Karachay-Cherkessia]. Stavropol. 354 p. (In Russ.).
- Shiffers E.V. 1953. Rastitel'nost' Severnogo Kavkaza i ego prirodnye kormovye ugodya [Vegetation of Northern Caucasus and its nature forage grasslands]. Moscow–Leningrad. 399 p. (In Russ.).
- Slavyanov N.N. 1959. Istoriya Zheleznovodskogo kurorta i Zheleznovodskikh mineralnykh istochnikov [The history of the Zheleznovodsk resort and the Zheleznovodsk mineral springs]. — Tr. Laboratorii gidrogeol. problem. Vol. VIII (In Russ.).
- Slovar' botanicheskikh terminov [Dictionary of Botanical Terms]. 1984. Kiev. 307 p. (In Russ.).
- Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Titova S.V., Tsarevskaya N.G. 2021. The steppes of Russia in the world summary of earth grasslands. — In: Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the IX International Symposium. Orenburg. P. 799–806 (In Russ.).
<https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-799-806>
- Tolmachev A.I. 1974. Vvedenie v geografiyu rasteniy [Introduction to Plant Geography]. Leningrad. 244 p. (In Russ.).
- Tolmachev A.I. 1986. Metody sravnitel'noy floristiki i problem florigeneza [Methods of comparative floristics and problems of florigenesis]. Novosibirsk. 196 p. (In Russ.).
- Tskhovrebov V.S., Faizova V.I. 2015. Pochvy i klimat Stavropol'ya [Soils and climate of Stavropol]. — Vestnik APK Stavropol'ya. Special Issue 2: 21–34 (In Russ.).
- Yaroshenko P.D. 1969. Geobotanika: posobie dlya studentov ped. Vuzov [Geobotany: a guide for university students]. Moscow. 200 p. (In Russ.).
- Yurtsev B.A., Kamelin R.V. 1991. Osnovnye ponyatiya i terminy floristiki [Basic concepts and terms of floristry]. Perm. 80 p. (In Russ.).
- Zhmylev P.Yu., Ulanova N.G., Cherednichenko O.V. 2021. Bioraznoobrazie floristicheskogo sostava fitotsenozov. Podkhody i metody [Biodiversity of the floral composition of phytocenoses. Approaches and methods]. Uchebnoe posobie. Moscow. 112 p. (In Russ.).
- Ziman S.N. 1976. Zhiznennyye formy i biologiya stepnykh rasteniy Donbassa [Life forms and biology of steppe plants of Donbass]. Kiev. 191 p. (In Russ.).
- Zuna Pfeiffer T., Spoljaric Maronic D., Zahirovic V., Stevic F., Zjalic M., Kajan K., Ozimec S., Mihaljevic M. 2016. Early spring flora of the Sub-Pannonic steppic grassland (NATURA 2000 site) in Bilje, northeast Croatia. — Acta Botanica Croatica. 75(2).
<https://www.abc.botanic.hr/index.php/abc/article/view/1570>
- Zozulin G.M. 1959. Podzemnye chasti osnovnykh vidov travyanistyykh rasteniy i assotsiatsiy plakorov srednerusskoy lesostepi v svyazi s voprosami formirovaniya rastitelnogo pokrova [Underground parts of the main species of herbaceous plants, and watershed associations of the Central Russian forest-steppe in connection with the matters of vegetation formation]. — Transactions of Central-Chern. Reserve. 5: 3–315 (In Russ.).

СООБЩЕНИЯ

МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ СВЯЗИ У *CHAETOPTERIS PLUMOSA* (SPHACELARIALES, PHAEOPHYCEAE)

© 2024 г. Е. О. Кудрявцева^{1, *}

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

*e-mail: ekato393@mail.ru

Поступила в редакцию 16.10.2023 г.
Получена после доработки 11.08.2024 г.
Принята к публикации 13.08.2024 г.

Изучены межклеточные связи у *Chaetopteris plumosa*: описано строение и варианты локализации плазмодесм в клетках, приводятся данные о расстояниях между плазмодесмами и плотности их расположения в клеточных стенках. Наряду с разрозненными плазмодесмами у *C. plumosa* выявлены участки клеточной стенки со множеством близко расположенных плазмодесм. Такая локализация межклеточных связей может представлять собой переходный вариант между разрозненными плазмодесмами и поровыми полями или иной вариант организации плазмодесм, ранее не описанный у бурых водорослей. Обсуждается расположение плазмодесм у сфацелариевых водорослей.

Ключевые слова: бурые водоросли, плазмодесмы, поровые поля, ультраструктура

DOI: 10.31857/S0006813624080037, **EDN:** PBLVUF

Непременным условием существования сложных многоклеточных организмов является наличие межклеточных связей для обеспечения физиологических процессов и, в частности, регуляции роста и развития. Во всех ветвях многоклеточных эти связи реализованы по-разному. У животных межклеточное взаимодействие обеспечивают различного рода белково-липидные структуры, связывающие соседние клетки в местах сближения их плазматических мембран (Loewenstein, 1979; Snegirevskaya, Komissarchik, 1980). У красных водорослей связь между клетками осуществляется через крупные поры диаметром 0.5–2 мкм, в просвете которых формируются поровые пробки, ограничивающие транспорт веществ (Ramus, 1969). У наземных растений и части зеленых водорослей за межклеточную коммуникацию отвечают плазмодесмы – трубчатые цитоплазматические тяжи диаметром 20–50 нм (в некоторых случаях, в специализированных клетках и тканях диаметр плазмодесм может достигать 500 нм и более), соединяющие протопласты соседних клеток через поры в клеточных стенках (Robards, 1976; Ehlers, Kollmann, 2001; Raven, 2005; Evkaikina et al., 2014; Brunkard, Zambryski, 2017).

Межклеточные связи у бурых водорослей также представлены плазмодесмами (Kudryavtseva, 2023). Их диаметр составляет 10–20 нм, а в просвете отсутствуют десмотрубочки (Terauchi et al., 2012). По способу формирования плазмодесмы подразделяются на два типа: первичные и вторичные (Nagasato et al., 2015, 2017). Первичные образуются в процессе цитокинеза путем захвата мембранных структур формирующимся фрагментом, вторичные закладываются постцитокинетически (Katsaros et al., 2009; Terauchi et al., 2012; Nagasato et al., 2014, 2015).

Плазмодесмы бурых водорослей могут располагаться независимо друг от друга, разрозненно, будучи рассеяны на всем протяжении клеточной стенки, или же концентрироваться в поровые поля (Kudryavtseva, 2023). Поровые поля – это локальные участки клеточной стенки, пронизанные множеством плотно и равномерно сгруппированных плазмодесм (Terauchi et al., 2015). На поперечных срезах стенки в этой области обычно заметно тоньше, чем вне ее, а на продольных срезах поля четко выделяются в виде округлых или овальных перфорированных зон. Поровые поля встречаются у бурых водорослей с парен-

химатозными талломами, обычно они соединяют клетки из разных слоев (McCully, 1965, 1968; Bourne, Cole, 1968; Liddle, Neushul, 1969; Terauchi et al., 2015). Количество полей в клетках, их площадь, структурные особенности, а также число и плотность расположения локализованных в них плазмодесм варьируют у различных представителей Phaeophyceae от порядка к порядку (Terauchi et al., 2015).

В последние годы появляется все больше работ, посвященных межклеточным коммуникациям у Phaeophyceae — как их формированию и ультраструктуре, так и особенностям транспорта (Katsaros et al., 2009; Nagasato et al., 2010, 2014, 2015, 2017, 2022; Terauchi et al., 2012, 2015). Круг исследованных представителей постепенно расширяется, однако, в накопленных сведениях недостает системности. Не представляется возможным выявить закономерности развития межклеточных связей в эволюции бурых водорослей. Чем именно обусловлено возникновение поровых полей? Какие преимущества подобная локализация плазмодесм имеет по сравнению с их разрозненным расположением? Существуют ли иные варианты локализации? Плазмодесмы играют решающую роль в эволюционном морфологическом усложнении многоклеточных организмов (Brunkard, Zambryski, 2017). Совершенствование организации этих структур напрямую связано с развитием и усложнением таллов в целом. Знания о строении межклеточных связей бурых водорослей пока остаются фрагментарными, не позволяющими получить полной и ясной картины того, как они развивались в пределах этой группы.

Представители порядка Sphacelariales интересны в качестве объектов для исследования межклеточных связей, поскольку среди них много примитивно паренхиматозных водорослей, которые, несмотря на способность их клеток делиться в трех плоскостях, не образуют сложных органов и тканей (Masyuk, 1993). Описывая ультраструктуру клеток у представителей рода *Sphacelaria* Lyngb., исследователи не приводили сведений о наличии у этих водорослей поровых полей (Galatis et al., 1977; Katsaros et al., 2009; Terauchi et al., 2015).

Вид *Chaetopteris plumosa* (Lyngb.) Kütz. в различные периоды рассматривался в составе рода *Sphacelaria* и считался одним из наиболее сложно устроенных сфацелярий. Вид был впервые опи-

сан как *Sphacelaria plumosa* Lyngb. (Lyngbye, 1819), затем F.T. Kützting предложил выделить его в монотипический род *Chaetopteris* (Kützting, 1843). В дальнейшем в литературе оба названия вида использовались разными авторами параллельно, можно даже встретить упоминания *S. plumosa* и *C. plumosa* как отдельных видов (Lewis, Taylor, 1933). Однако в период 1945–1950 гг. ряд авторов призвали отказаться от использования названия *Chaetopteris* (по Irvine, 1956). С тех пор в большинстве источников вид упоминался как *S. plumosa* вплоть до 2010 г., когда по результатам молекулярно-генетического исследования была пересмотрена классификация всех сфацеляриевых водорослей, и род *Chaetopteris* был восстановлен (Draisma et al., 2010).

Chaetopteris plumosa распространен в арктических и субарктических широтах: встречается в морях Северного Ледовитого океана, а также в северных частях Атлантического и Тихого океанов (Guiry, Guiry, 2023). Слоевище *C. plumosa* представляет собой небольшой жесткий кустик до 7–8 см в высоту, к субстрату прикрепляется подошвой, ветви, напоминающие перья, лежат в одной плоскости (Perestenko, 2005). От основной оси беспорядочно отходят ветви неограниченного роста трех-четырех порядков, густо покрытые супротивно расположенными тонкими веточками ограниченного роста, за счет чего хетоптерис приобретает характерный “перистый” облик (Prud’homme van Reine, 1982). Вся поверхность *C. plumosa*, кроме веточек ограниченного роста и кончиков ветвей первых порядков, покрыта мощной корой, образованной ризоидальными нитями. Ризоидальные нити, отходя от ветвей по всему их периметру, стелются вниз по таллому, разрастаясь и ветвясь, и постепенно формируют кору, толщина которой может превышать толщину самой ветви (Prud’homme van Reine, 1982; Perestenko, 2005).

Цель данной работы состояла в исследовании ультраструктурных особенностей межклеточных связей у вида *Chaetopteris plumosa* — одного из наиболее сложно устроенных представителей сфацеляриевых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Талломы *Chaetopteris plumosa* для данного исследования собирали в августе 2021 г. в губе Ярнышная Баренцева моря, в бухте с каменисто-

скалистой литоралью, где в скальной ванне эта водоросль образует плотные дерновинки, состоящие из сравнительно небольших экземпляров. Отбирали кустики 2–5 см длиной (рис. 1а).

Для трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ) кусочки талломов фиксировали в 2.5%-ном глутаральдегиде на 1М-ном фосфатном буфере в течение 3 ч, а затем проводили постфиксацию в 1%-ном тетраоксиде осмия на 1М-ном фосфатном буфере в течение 4 ч. После промывки в буфере зафиксированный материал подвергали дегидратации в ацетоне восходящих концентраций (30, 50, 70, 80, 90, 100%) и заливке в смесь эпоксидных смол эпон-аралдит фирмы “Electron Microscopy Sciences”. Полимеризацию блоков осуществляли в термостате при температуре 60°C в течение 48 ч.

Ультратонкие срезы для ТЭМ приготавливали на автоматических ультрамикротоммах Reichert Ultracut E и Leica EM UC6 с использованием стеклянных ножей. Полученные срезы помещали на

медные сетки с формваровой подложкой, после чего контрастировали цитратом свинца. Срезы просматривали на трансмиссионном электронном микроскопе Libra 120 plus. На полученных микрофотографиях измеряли расстояния между просветами разрозненных плазмодесм ($n = 255$) и плазмодесм в поровых полях ($n = 2863$), а также подсчитывали количество плазмодесм на 1 мкм² порового поля для определения плотности их расположения ($n = 54$). Результаты измерений выражали в виде “среднее $\pm$ SD”, где SD — это стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На поперечных срезах средней части таллома *Chaetopteris plumosa* четко различаются две области: сердцевина и кора (рис. 1б). В центральной части сердцевины расположены крупные четырехугольные клетки, до 20 мкм ширины, окруженные одним-двумя рядами периферических клеток меньших размеров — до 10 мкм ширины.

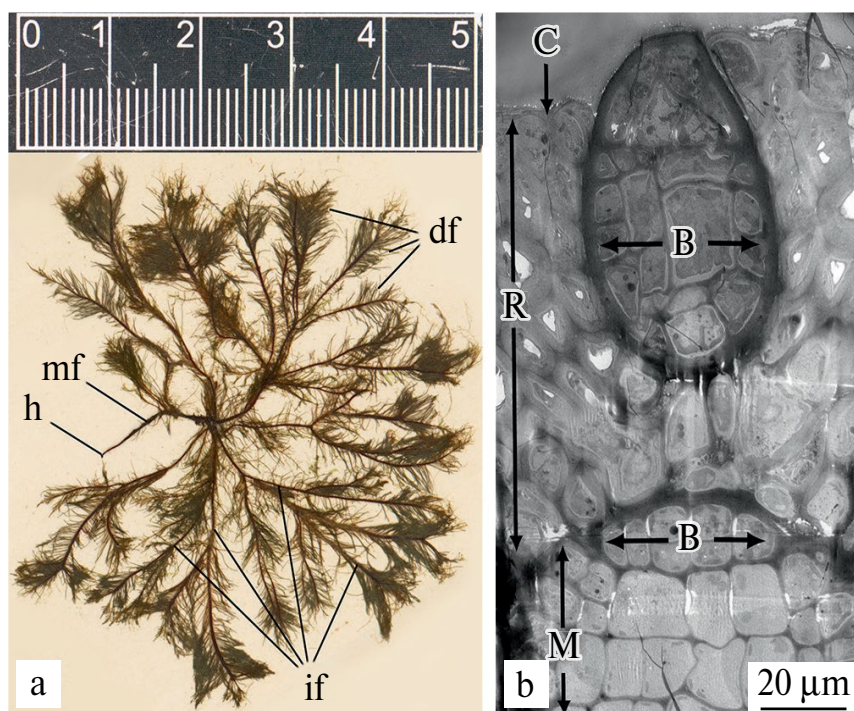


Рис. 1. Строение *Chaetopteris plumosa*: а. Общий вид таллома: mf — основная нить; if — ветви неограниченного роста; df — ветви ограниченного роста; h — подошва (базальный диск); б. Поперечный срез средней части таллома: М — сердцевина; R — ризоидальная кора; С — кутикула; В — ветви.

Fig. 1. Structure of *Chaetopteris plumosa*: а. General view of the thallus: mf — main filament; if — indeterminate filaments; df — determinate filaments; h — holdfast; б. Cross section of the middle part of the thallus: M — medulla; R — corticating rhizoids; C — cuticle; B — branches.

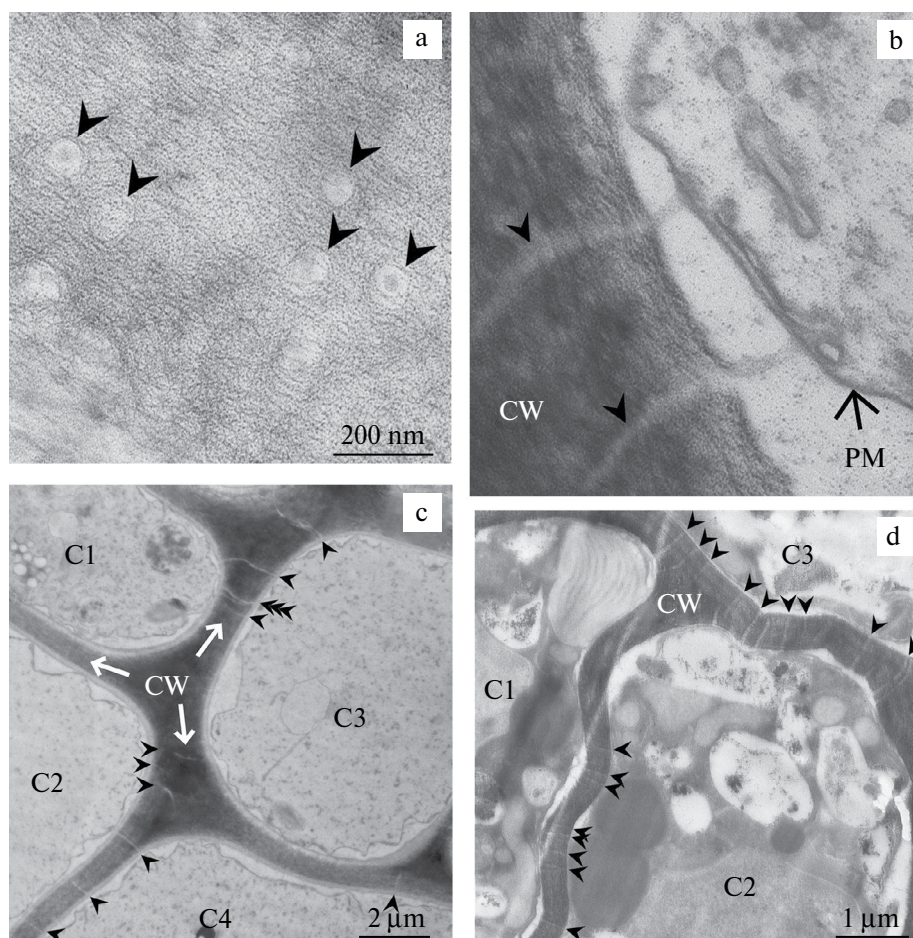


Рис. 2. Разрозненные плазмодесмы в клетках *Chaetopteris plumosa*: а. Поперечные срезы плазмодесм (обозначены стрелками); б. Продольные срезы плазмодесм (обозначены стрелками); в. Продольные срезы плазмодесм (обозначены стрелками) в клетках периферического слоя сердцевин; тройной стрелкой обозначена плазмодесма, которая выглядит разветвленной; д. Продольные срезы плазмодесм (обозначены стрелками) между центральными клетками сердцевин; CW — клеточная стенка; PM — плазматическая мембрана; C1, C2, C3, C4 — клетки на срезах.

Fig. 2. Independent plasmodesmata in *Chaetopteris plumosa* cells: a. Plasmodesmata (arrowheads) in cross section; b. Longitudinal sections of plasmodesmata (arrowheads); c. Longitudinal sections of plasmodesmata (arrowheads) in cells of peripheral layer, triple arrowhead indicates the plasmodesma which looks as if branched; d. Longitudinal sections of plasmodesmata (arrowheads) between central cells of medulla; CW — cell wall; PM — plasma membrane; C1, C2, C3, C4 — cells in sections.

От периферических клеток отходят ризоидальные нити, образующие толстую и плотную кору. У молодых ветвей ризоидальные нити еще не формируются, и, соответственно, кора отсутствует. Толщина коры составляет 88–104 мкм, что сопоставимо с диаметром сердцевин (81–92 мкм). Четкая граница между сердцевинной и корой заметна только в местах залегания ветвей. Ризоидальные нити обладают мощными клеточными стенками до 3–7 мкм в толщину. Межклеточное пространство в области коры заполнено бесструктурным электронноплотным материалом,

вероятно, полисахаридной природы. Снаружи кора покрыта кутикулой (см. рис. 1б).

Плазмодесмы присутствуют как в клетках сердцевин, так и в ризоидальных нитях. Они имеют типичное для бурых водорослей строение мембранных трубочек диаметром 10–20 нм (рис. 2а, б). В некоторых случаях они выглядят раздвоенными, хотя такое впечатление может создаваться ложно в результате наложения двух плазмодесм друг на друга на снимке (рис. 2с, 3а). В сердцевине в продольных клеточных стенках встречаются разрозненные плазмодесмы, расстояние меж-

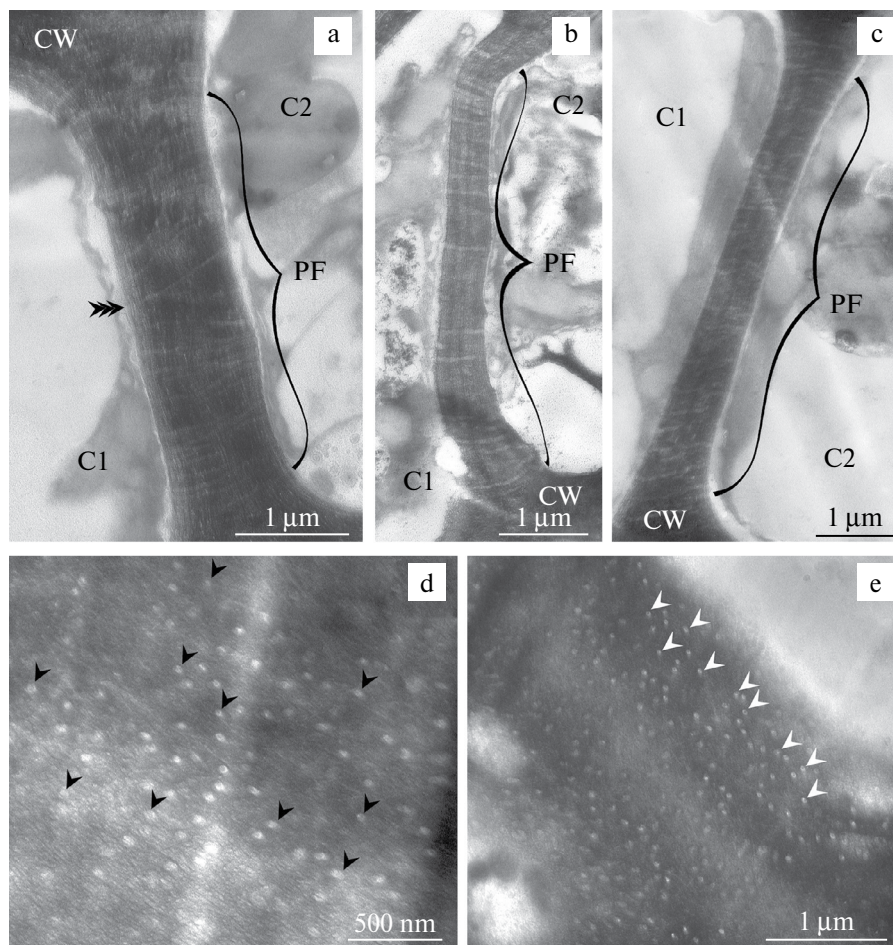


Рис. 3. Поровые поля в клеточных стенках *Chaetopteris plumosa*: а, b, с. Поровые поля в продольном разрезе; тройной стрелкой обозначена плазмодесма, которая выглядит разветвленной; d, e. Поровые поля в поперечном разрезе; стрелками обозначены плазмодесмы; CW – клеточная стенка; PF – поровое поле; C1, C2 – клетки на срезах.

Fig. 3. Pit fields in *Chaetopteris plumosa* cell walls: a, b, c. Pit fields in longitudinal section; the triple arrowhead indicates plasmodesma which looks as if branched; d, e. Pit fields in a cross section; arrowheads indicate plasmodesmata; CW – cell wall; PF – pit field; C1, C2 – cells in sections.

ду которыми на срезах колеблется от 38 до 1002 нм (рис. 2с, d). В среднем же расстояние между ними составило (268 ± 147) нм. Такие связи обнаруживаются между крупными центральными клетками сердцевины и при переходе от них к более мелким периферическим клеткам, а также между базальными клетками соседних ризоидальных нитей.

В продольных и поперечных клеточных стенках ризоидальных нитей плазмодесмы зачастую расположены гораздо более плотно (рис. 3). Стенки между двумя соседними клетками могут быть полностью перфорированы, равномерно и часто. Расстояние между плазмодесмами в таких стенках составляет от 32 до 227 нм, в среднем

(90 ± 29) нм, т. е. втрое меньше среднего расстояния между разрозненными плазмодесмами. На 1 мкм^2 насчитывается (39 ± 4) плазмодесмы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Число представителей сфацеляриевых водорослей, для которых описана ультраструктура межклеточных связей, весьма невелико. Это несколько видов рода *Sphacelaria*, два вида *Halopteris* Kutz. и *Phaeostrophion irregulare* Menegh. Существующие исследования в основном посвящены ультраструктуре клеток в целом, не фокусируясь специально на плазмодесмах; в них даны общие описания устройства межклеточных связей, но не

приводятся размерные характеристики, необходимые для адекватного сравнительного анализа.

Если рассматривать исследованных представителей рода *Sphacelaria*, как наиболее филогенетически близкого к роду *Chaetopteris*, то все они устроены сравнительно просто. Число клеток на продольных срезах сегментов невелико, веточки ограниченного роста не образуются, отсутствует ризоидальная кора. В описаниях отдельных видов авторы сходятся на том, что разрозненные плазмодесмы в изобилии отмечаются в поперечных клеточных стенках талломов, в то время как в продольных стенках либо крайне немногочисленны, либо вовсе отсутствуют (Galatis et al., 1977; Prud'homme van Reine, Star, 1981; Katsaros et al., 2009). У *C. plumosa* плазмодесмы в продольных клеточных стенках встречаются повсеместно, между центральными крупными клетками сердцевины они более редки (см. рис. 2с), но к периферии их количество возрастает (см. рис. 2д). Возможно, наличие большого числа плазмодесм в продольных стенках объясняется тем, что сердцевина *C. plumosa* многослойна, и вертикального транспорта недостаточно для поддержания необходимой интенсивности переноса веществ по таллomu. У сходного по структурной организации вида сфацеляриевых водорослей *Halopteris filicina* (Gratel.) Kutz. также отмечено наличие плазмодесм в продольных клеточных стенках, хотя и в меньшем количестве, чем в поперечных (Katsaros, Galatis, 1990).

Описывая характер межклеточных связей у сфацеляриевых, исследователи не приводят доводов в пользу наличия у них поровых полей. Только в случае с *P. irregulare* авторы осторожно сравнивают области клеточной стенки, в которых плотно сконцентрированы плазмодесмы, с поровыми полями у *Egregia* Aresch. и *Dictyota* Lamour. (Bourne, Cole, 1968). Однако, если обратить внимание на фотографии в некоторых публикациях, можно поставить под сомнение тот факт, что в клетках сфацелярий присутствуют лишь разрозненные плазмодесмы. Так, в работе греческих авторов, посвященной ультраструктуре вегетативных клеток *Sphacelaria tribuloides* Menegh., на снимке среза поперечной клеточной стенки запечатлены многочисленные относительно равномерно лежащие плазмодесмы, расстояния между которыми во многих случаях очевидно меньше 100 нм (Galatis et al., 1977, Fig. 17). Если про-

анализировать имеющееся фото, то можно вычислить, что среднее расстояние между плазмодесмами на данном участке стенки составляет (105 ± 30) нм, а их плотность на 1 мкм^2 равна 56. Эти числа близки к соответствующим значениям для *C. plumosa*, полученным в ходе настоящей работы, а также к показателям, характерным для поровых полей *Desmarestia ligulata* (Stackh.) Lamour. и *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link (Terauchi et al., 2015). В совместном греческо-японском исследовании развития цитокинетической диафрагмы у бурых водорослей на фотографиях, иллюстрирующих поздние стадии цитокинеза у *Sphacelaria rigidula* Kutz., в формирующейся клеточной стенке также можно различить достаточно плотно расположенные плазмодесмы (Katsaros et al., 2009, Fig. 33).

Картина, наблюдаемая нами в клетках сердцевины *C. plumosa*, где плазмодесмы располагались на расстоянии (268 ± 147) нм друг от друга, согласуется с литературными данными о разрозненных плазмодесмах: считается, что дистанция между ними составляет 250–265 нм (Terauchi et al., 2015). В то же время расстояние между плазмодесмами, входящими в состав порового поля, 60–120 нм, а плотность их расположения сильно варьирует у представителей разных порядков, в пределах от 50 до 330 плазмодесм на 1 мкм^2 (Terauchi et al., 2015). В эти рамки вполне вписывается локализация плазмодесм, наблюдаемая нами в ризоидальных нитях у *C. plumosa*, где расстояние между плазмодесмами составило (90 ± 29) нм, а их плотность — (39 ± 4) на 1 мкм^2 . Таким образом, межклеточные связи *C. plumosa* и упомянутого выше *S. tribuloides* по количественным характеристикам вполне соответствуют поровым полям.

Что касается структурных особенностей поровых полей, во многих порядках бурых водорослей они имеют четкие границы. В большинстве описанных случаев клеточная стенка в области порового поля гораздо тоньше, чем вокруг, в результате чего поля лежат в своеобразных углублениях. Именно поэтому дословным переводом понятия “поровое поле” с английского будет скорее “ямочное поле” (“pit field”) (Bisalputra, 1966). В то же время у *D. ligulata* и *S. lomentaria* толщина стенок одинакова как в области поровых полей, так и за их пределами (Terauchi et al., 2015). Неизменным остается то, что границы полей можно лег-

ко очертировать, поскольку эти округлые перфорированные участки ярко выделяются в клеточных стенках. Исключение составляет лишь сфацелириевая водоросль *P. irregulare*, для которой приводится описание поровых полей, не обладающих четкими очертаниями (Bourne, Cole, 1968). У *C. plumosa* плотно сгруппированные плазмодесмы пронизывают не отдельные ограниченные области, а всю стенку между двумя соседними клетками целиком (см. рис. 3а, b, c). Таким образом, если считать эти участки поровыми полями, то их границы будут совпадать с границами самих клеток.

Клеточные стенки *C. plumosa* с множеством близкорасположенных плазмодесм целесообразнее всего будет отнести к поровым полям, поскольку для данных структур характерны практически все признаки полей представителей других порядков: высокая плотность расположения плазмодесм и их относительно равномерное распределение. Эти области легко визуальны отличимы от стенок с разрозненными плазмодесмами, они присутствуют в ризоидальных нитях *C. plumosa*, а также в тех местах, где ризоидальные нити вырастают из периферических клеток сердцевин. У других видов бурых водорослей поровые поля обычно также соединяют периферические слои клеток со слоями, лежащими ближе к сердцевине, например, клетки коры с лежащими глубже паренхимными или медуллярными клетками (McCully, 1965, 1968; Bourne, Cole, 1968; Terauchi et al., 2015).

Такая локализация поровых полей у *C. plumosa* может быть обусловлена тем, что ризоидальные нити образуют кору, которая, являясь наружным клеточным слоем на большей части площади таллома, выполняет ассимиляционную функцию. К тому же ризоидальные нити активно растут и делятся при формировании коры. Вероятно, потребность в интенсивном транспорте ассимилятов из коры в сердцевину и молекул-регуляторов процессов развития по нитям могла стать причиной возрастания плотности плазмодесм в клеточных стенках ризоидальных нитей, что привело к возникновению здесь поровых полей.

Наличие у *C. plumosa*, представителя порядка Sphacelariales, поровых полей, которые по ряду своих признаков отличаются от данных структур в других порядках, вписывается в теорию независимого многократного возникновения по-

ровых полей в разных ветвях бурых водорослей. Тогда как строение самих плазмодесм консервативно у всех исследованных на сегодняшний день представителей класса, варианты их локализации значительно различаются от порядка к порядку, но при этом в основе лежит один и тот же принцип концентрации большого числа плазмодесм на ограниченном участке клеточной стенки. Поровые поля встречаются только у паренхиматозных Phaeophyceae, и, вероятно, их наличие связано со способностью клеток этих водорослей делиться в трех плоскостях с образованием объемных структур. Концентрация плазмодесм в поровые поля, независимо возникающая в разных порядках бурых водорослей, приводит к усовершенствованию системы внутриталлового транспорта.

Локализация межклеточных связей, характерная для *C. plumosa*, может представлять собой переходную ступень от разрозненных плазмодесм к классическим поровым полям. Можно предположить, что в эволюции бурых водорослей совершенствование системы транспорта происходило в несколько этапов. У наиболее просто устроенных форм для обеспечения переноса веществ по таллому было достаточно сравнительно редких разрозненных плазмодесм. Увеличение числа плазмодесм в клеточных стенках послужило стимулом для возрастания интенсивности транспорта, что позволило водорослям достигать более крупных размеров, и, следовательно, более эффективно осваивать новые биотопы.

Следующим шагом стала редукция части плазмодесм и постепенное формирование округлой перфорированной области — порового поля. Дополнительно неизвестно, отличаются ли по своей структуре плазмодесмы в составе поровых полей от разрозненных плазмодесм — если отличия и имеются, то для их обнаружения недостаточно стандартных методов ТЭМ. Однако то, что поровые поля закладываются уже в цитокинезе, указывает на их целостность и устойчивость, а также на неперемutable наличие некой связи между составляющими их плазмодесмами. К тому же поровые поля как транспортные структуры функционально отличаются от разрозненных плазмодесм, о чем свидетельствует их более высокая избирательность при переносе флуоресцентных меток (Nagasato et al., 2015). Наличие поровых полей способствует выделению транс-

портного русла, централизации проводящей системы. В дальнейшем эти структуры оформляются все более отчетливо, что мы можем наблюдать в порядках Dictyotales, Laminariales и Fucales, где поровые поля залегают в углублениях клеточной стенки (Terauchi et al., 2015).

Наконец, у наиболее высокоразвитых бурых водорослей развивается система дальнего транспорта вплоть до настоящих проводящих тканей, представленных в том числе удлинёнными ситовидными клетками, которые соединяются друг с другом поперечными стенками в пронизывающие весь таллом проводящие пути, напоминающие сосуды высших растений (Schmitz, 2012). Поперечные стенки в этих клетках, густо пронизанные порами, называются ситовидными пластинками, и многими исследователями считаются специализированными поровыми полями. Наличие проводящих тканей позволяет бурым водорослям достигать впечатляющего уровня сложности и внушительных размеров, обеспечивая тем самым господство данной группы в прибрежной морской растительности.

Таким образом, мы можем выявить закономерность в эволюции проводящей системы бурых водорослей. Возрастание числа плазмодесм в клеточных стенках, а затем редукция части плазмодесм в процессе формирования порового поля и дальнейшее усложнение транспортных структур согласуются с эволюционными принципами полимеризации и олигомеризации. В ходе полимеризации происходит увеличение количества клеточных или организменных структур, для олигомеризации же характерно, напротив, уменьшение числа структур и их интеграция в единое целое, сопровождающаяся приобретением новых функций (Matienko et al., 1988). Эти процессы плотно переплетены в эволюции, и нередко полимеризация является промежуточным этапом на пути к олигомеризации. Вполне вероятно, что картина, которую мы наблюдаем у *C. plumosa*, иллюстрирует этап перехода от разрозненных плазмодесм к поровым полям — полимеризацию плазмодесм.

В то же время, возможно, локализация плазмодесм, наблюдаемая у *C. plumosa*, является не промежуточным вариантом между разрозненными плазмодесмами и поровыми полями, а принципиально иным способом организации межклеточных связей, не менее эффективным и эво-

люционно выгодным для объекта с подобной морфологической структурой. Несмотря на то что наличие поровых полей широко распространено в разных ветвях бурых водорослей, все еще остаются порядки, ни один из представителей которых не был рассмотрен на предмет локализации плазмодесм в клеточных стенках. Расширение спектра исследованных видов может способствовать выявлению среди Phaeophyceae форм, межклеточные связи которых организованы так же, как у *C. plumosa*, или каким-либо иным, на данный момент неизвестным образом, отличным от поровых полей. Дальнейшие исследования в данной области позволят установить, что именно представляет собой выявленная нами организация плазмодесм у хетоптериса в филогенетическом аспекте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования установлено, что межклеточные связи сфацелариевой водоросли *Chaetopteris plumosa* могут быть представлены как разрозненными плазмодесмами, так и множеством близко расположенных плазмодесм. Сопоставление параметров густоперфорированных областей с известными вариантами локализации межклеточных связей у различных представителей бурых водорослей позволяет сделать вывод о том, что эти области являются поровыми полями, границы которых совпадают с границами клеток. Такая локализация межклеточных связей может представлять собой переходный вариант между разрозненными плазмодесмами и классическими поровыми полями или иной вариант организации плазмодесм, ранее не описанный у бурых водорослей. Иллюстративный материал ряда предшествующих публикаций по ультраструктуре представителей рода *Sphacelaria* соответствует данным настоящего исследования. Полученные результаты побуждают пересмотреть существующую точку зрения об отсутствии поровых полей у сфацелариевых.

Вопрос о характере взаимосвязи локализации плазмодесм с особенностями структурной организации Phaeophyceae пока не решен окончательно. Важная роль межклеточных связей в морфогенезе определяется тем, что их усовершенствование приводит к преобразованиям и усложнениям в морфологической структуре организмов. Дальнейшие исследования, охваты-

вающие широкий спектр представителей класса, от наиболее просто устроенных примитивно паренхиматозных до сложных, способных формировать ткани и даже отдельные органы, позволять выявить как частные, так и общие закономерности морфогенеза бурых водорослей.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках Госзадания БИН РАН № 121021600184-6 “Флора и систематика водорослей, лишайников и мохообразных России и фитогеографически важных регионов мира”.

Работа выполнена с помощью материально-технических средств центра коллективного пользования научным оборудованием “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

Автор искренне благодарит своего научного руководителя, Михайлову Татьяну Александровну, за оказанную неоценимую помощь в написании данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Bisalputra T. 1966. Electron microscopic study of the protoplasmic continuity in certain brown algae. — *Canadian Journal of Botany*. 44(1): 89–93.
- Bourne V.L., Cole K. 1968. Some observations on the fine structure of the marine brown alga *Phaeostrophion ivy-gulave*. — *Canadian Journal of Botany*. 46: 1369–1375.
- Brunkard J.O., Zambryski P.C. 2017. Plasmodesmata enable multicellularity: new insights into their evolution, biogenesis, and functions in development and immunity. — *Current Opinion in Plant Biology*. 35: 76–83.
- Draisma S.G.A., Prud'homme Van Reine W.F., Kawai H. 2010. A revised classification of the Sphacelariales (Phaeophyceae) inferred from a psb C and rbc L based phylogeny. — *European journal of phycology*. 45 (3): 308–326.
- Ehlers K., Kollmann R. 2001. Primary and secondary plasmodesmata: structure, origin, and functioning. — *Protoplasma*. 216: 1–30.
- [Evkaikina et al.] Евкайкина А.И., Романова М.А., Войцеховская О.В. 2014. Плазмодесмы и межклеточный транспорт регуляторных макромолекул — эволюционный аспект. — В сб.: Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН): Труды междунар. науч. конф. СПб. С. 92–100.
- Galatis B., Katsaros C., Mitrakos K. 1977. Fine structure of vegetative cells of *Sphacelaria tribuloides* Menegh. (Phaeophyceae, Sphacelariales) with special reference to some unusual proliferations of the plasmalemma. — *Phycologia*. 16(2): 139–151.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.Guiry, Guiry, 2023.org> (searched on 18 August 2023)
- Irvine D.E.G. 1956. Notes on British Species of the Genus *Sphacelaria* Lyngb. — *Transactions of the Botanical Society of Edinburgh*. 37 (1): 24–45.
- Katsaros C., Galatis B. 1990. Thallus development in *Halopteris filicina* (Phaeophyceae, Sphacelariales). — *British Phycological Journal*. 25 (1): 63–74.
- Katsaros C., Motomura T., Nagasato C., Galatis B. 2009. Diaphragm development in cytokinetic vegetative cells of brown algae. — *Botanica Marina*. 52(2): 150–161.
- [Kudryavtseva] Кудрявцева Е.О. 2023. Плазмодесмы бурых водорослей (Phaeophyceae): строение, локализация и функции. — *Бот. журн.* 108 (10): 865–878.
- Kützing F.T. 1843. *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange: Textbd (Vol. 1)*. Leipzig. 664 p.
- Lewis F., Taylor W.R. 1933. Notes from the Woods Hole Laboratory — 1932. — *Rhodora*. 35(413): 147–154.
- Liddle L.B., Neushul M. 1969. Reproduction in *Zonaria farlowii*. II. Cytology and ultrastructure. — *Journal of Phycology*. 5: 4–12.
- Loewenstein W.R. 1979. Junctional intercellular communication and the control of growth. — *Biochim. Biophys. Acta*. 560: 1–65.
- Lyngbye H.C. 1819. *Tentamen hydrophytologiae danicae, continens omnia hydrophyta cryptogama Daniae, Hol-satiae, Faeroae, Islandiae, Groenlandiae hucusque cognita, systematice disposita, descripta et iconibus illustrata, adjectis simul speciebus norvegicis: opus praemio in universitate regia Havniensi ornamentum, sumtu regio editum*. T. 1. Gyldeudal. 388 p.
- [Masyuk] Масюк Н.П. 1993. Эволюционные аспекты морфологии эукариотических водорослей. Киев. 256 с.
- [Matienko] Матиенко Б.Т., Загорнян Е.М., Ротару Г.И., Осадчий В.М., Калалб Т.И., Колесникова Л.С., Максимова Е.Б., Артемова Л.И., Белоус Т.К., Михайлов В.И., Ткаченко А.В., Пулбере Е.М., Коломейченко В.Н., Николаева М.Г. 1988. Принципы структурных преобразований у растений. Кишинев. 240 с.
- McCully M.E. 1965. A note on the structure of the cell walls of the brown alga *Fucus*. — *Canadian Journal of Botany*. 43: 1001–1004.
- McCully M.E. 1968. Histological studies on the genus *Fucus* III. Fine structure and possible functions of the epidermal cells of the vegetative thallus. — *Journal of Cell Science*. 3: 1–16.
- Nagasato C., Terauchi M., Tanaka A., Motomura T. 2015. Development and function of plasmodesmata in zygotes of *Fucus distichus*. — *Botanica Marina*. 58(3): 229–238.
- Nagasato C., Kajimura N., Terauchi M., Mineyuki Y., Motomura T. 2014. Electron tomographic analysis of

- cytokinesis in the brown alga *Silvetia babingtonii* (Fucales, Phaeophyceae). — *Protoplasma*. 251(6): 1347–1357.
- Nagasato C., Tanaka A., Ito T., Katsaros C., Motomura T. 2017. Intercellular translocation of molecules via plasmodesmata in the multiseriate filamentous brown alga, *Halopteris congesta* (Sphacelariales, Phaeophyceae). — *Journal of phycology*. 53(2): 333–341.
- Nagasato C., Inoue A., Mizuno M., Kanazawa K., Ojima T., Okuda K., Motomura T. 2010. Membrane fusion process and assembly of cell wall during cytokinesis in the brown alga, *Silvetia babingtonii* (Fucales, Phaeophyceae). — *Planta*. 232(2): 287–298.
- Nagasato C., Yonamine R., Motomura T. 2022. Ultrastructural observation of cytokinesis and plasmodesmata formation in brown algae. — In: *Plant cell division: methods and protocols*. Hertfordshire. P. 253–265.
- [Perestenko] Перестенко Л.П. 2005. Род *Sphacelaria* Lyngbye (Sphacelariales, Phaeophyta) в дальневосточных морях России. — *Новости систематики низших растений*. 39: 61–65.
- Prud'homme van Reine W.F. 1982. A taxonomic revision of the European Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyceae). Leiden. 293 p.
- Prud'homme van Reine W.F., Star W. 1981. Transmission electron microscopy of apical cells of *Sphacelaria* spp. (Sphacelariales, Phaeophyceae). — *Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*. 27(2): 523–546.
- Ramus J. 1969. Pit connection formation in the red alga *Pseudogloioophloe*. — *J. Phycology*. 5: 57–63.
- Raven J.A. 2005. Evolution of plasmodesmata. — In: *Plasmodesmata*. Oxford. P. 33–52.
- Robards A.W. 1976. Plasmodesmata in higher plants. — In: *Plasmodesmata. Intercellular communication in plants: studies on plasmodesmata*. Canberra. P. 15–57.
- Schmitz K. 2012. Algae. — In: *Sieve elements: comparative structure, induction and development*. Berlin. P. 1–18.
- [Snegirevskaya, Komissarchik] Снегиревская Б.С., Комиссарчик Я.Ю. 1980. Ультраструктура специализированных межклеточных контактов. — *Цитология*. 22(9): 1011–1136.
- Terauchi M., Nagasato C., Kajimura N., Mineyuki Y., Okuda K., Katsaros C., Motomura T. 2012. Ultrastructural study of plasmodesmata in the brown alga *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae). — *Planta*. 236(4): 1013–1026.
- Terauchi M., Nagasato C., Motomura T. 2015. Plasmodesmata of brown algae. — *Journal of plant research*. 128(1): 7–15.

INTERCELLULAR COMMUNICATIONS IN *CHAETOPTERIS PLUMOSA* (SPHACELARIALES, PHAEOPHYCEAE)

E. O. Kudryavtseva^{1,*}

¹V.L. Komarov Botanical Institute RAS
Professor Popov Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia

*e-mail: ekato393@mail.ru

This article provides information about the ultrastructure of intercellular communications in *Chaetopteris plumosa*. The structure and variants of plasmodesmata localization in its cells are described, data on the distances between plasmodesmata and the density of their location in cell walls are provided. In *C. plumosa*, both independent plasmodesmata and cell wall areas with multiple closely spaced plasmodesmata were found. Such localization of intercellular connections may represent a transitional variant between independent plasmodesmata and pit fields or another variant of plasmodesmata organization previously not described in brown algae. The arrangement of plasmodesmata in Sphacelariaceae is discussed.

The plasmodesmata in *C. plumosa* have a structure typical of brown algae. In the longitudinal walls of the medulla, there are independent plasmodesmata, the distance between which on sections is (268 ± 147) nm (mean $\pm$ SD, $n = 255$). In the longitudinal and transverse walls of corticating rhizoids, plasmodesmata are often located much more densely and evenly, the distance between them is (90 ± 29) nm ($n = 2863$), and there are 39 ± 4 ($n = 54$) plasmodesmata per $1 \mu\text{m}^2$. It is advisable to classify this variant of localization of plasmodesmata as pit fields or transitional variant between independent plasmodesmata and pit fields.

Keywords: brown algae, plasmodesmata, pit fields, ultrastructure

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out within the framework of the institutional research project of the Komarov Botanical Institute RAS “Flora and systematics of algae, lichens and

bryophytes of Russia and phytogeographically important regions of the world” (No. 121021600184-6).

The work was carried out using the resources of the center for the collective use of scientific equipment “Cellular

and molecular technologies for the study of plants and fungi” of the Komarov Botanical Institute RAS.

The author sincerely thanks her supervisor, Tatyana Aleksandrovna Mikhailova, for an invaluable assistance she provided in writing this work.

REFERENCES

- Bisalputra T. 1966. Electron microscopic study of the protoplasmic continuity in certain brown algae. — *Canadian Journal of Botany*. 44(1): 89–93.
- Bourne V.L., Cole K. 1968. Some observations on the fine structure of the marine brown alga *Phaeostrophion invulgave*. — *Canadian Journal of Botany*. 46: 1369–1375.
- Brunkard J.O., Runkel A.M., Zambryski P.C. 2015. The cytosol must flow: intercellular transport through plasmodesmata. — *Current Opinion in Cell Biology*. 35: 13–20.
- Brunkard J.O., Zambryski P.C. 2017. Plasmodesmata enable multicellularity: new insights into their evolution, biogenesis, and functions in development and immunity. — *Current Opinion in Plant Biology*. 35: 76–83.
- Draisma S.G.A., Prud'homme Van Reine W.F., Kawai H. 2010. A revised classification of the Sphacelariales (Phaeophyceae) inferred from a psb C and rbc L based phylogeny. — *European journal of phycology*. 45(3): 308–326.
- Ehlers K., Kollmann R. 2001. Primary and secondary plasmodesmata: structure, origin, and functioning. — *Protoplasma*. 216: 1–30.
- Evkaikina A.I., Romanova M.A., Voitsekhovskaja O.V. 2014. Plasmodesmata and cell-to-cell transport of macromolecular regulators: evolutionary aspect. — In: *Botany: history, theory, practice (to the 300-year anniversary of Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences*. St. Petersburg. P. 92–100 (In Russ.).
- Galatis B., Katsaros C., Mitrakos K. 1977. Fine structure of vegetative cells of *Sphacelaria tribuloides* Menegh. (Phaeophyceae, Sphacelariales) with special reference to some unusual proliferations of the plasmalemma. — *Phycologia*. 16(2): 139–151.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.Guiry, Guiry, 2023.org> (searched on 18 August 2023)
- Irvine D.E.G. 1956. Notes on British Species of the Genus *Sphacelaria* Lyngb. — *Transactions of the Botanical Society of Edinburgh*. 37(1): 24–45.
- Katsaros C., Galatis B. 1990. Thallus development in *Halopteris filicina* (Phaeophyceae, Sphacelariales). — *British Phycological Journal*. 25(1): 63–74.
- Katsaros C., Motomura T., Nagasato C., Galatis B. 2009. Diaphragm development in cytokinetic vegetative cells of brown algae. — *Botanica Marina*. 52(2): 150–161.
- Kudryavtseva E.O. 2023. Plasmodesmata of brown algae (Phaeophyceae): structure, localization and functions. — *Bot. Zhurn.* 108(10): 865–878 (In Russ.).
- Kützing F.T. 1843. *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange*: Textbd (Vol. 1). Leipzig. 664 p.
- Lewis F., Taylor W.R. 1933. Notes from the Woods Hole Laboratory — 1932. — *Rhodora*. 35(413): 147–154.
- Liddle L.B., Neushul M. 1969. Reproduction in *Zonaria farlowii*. II. Cytology and ultrastructure. — *Journal of Phycology*. 5: 4–12.
- Loewenstein W.R. 1979. Junctional intercellular communication and the control of growth. — *Biochim. Biophys. Acta*. 560: 1–65.
- Lyngbye H.C. 1819. *Tentamen hydrophytologiae danicae, continens omnia hydrophyta cryptogama Daniae, Hol-satiae, Faeroae, Islandiae, Groenlandiae hucusque cognita, systematice disposita, descripta et iconibus illustrata, adjectis simul speciebus norvegicis: opus praemio in universitate regia Havniensi ornamentum, sumtu regio editum*. T. 1. Gyldeendal. 388 p.
- Masyuk N.P. 1993. *Evolutsionnye aspekty morfologii eukarioticheskikh vodorosley*. Kiev. 256 p. (In Russ.).
- Matienko B.T., Zagornyan E.M., Rotaru G.I., Osadchii V.M., Kalalb T.I., Kolesnikova L.S., Maksimova E.B., Artemova L.I., Belous T.K., Michailov V.I., Tkachenko A.V., Pulbere E.M., Kolomeichenko V.N., Nikolaeva M.G. 1988. *Printsipy strukturnykh preobrazovaniy u rasteniy* [Principles of structural transformations in plants]. Kishinev. 240 p. (In Russ.).
- McCully M.E. 1965. A note on the structure of the cell walls of the brown alga *Fucus*. — *Canadian Journal of Botany*. 43: 1001–1004.
- McCully M.E. 1968. Histological studies on the genus *Fucus* III. Fine structure and possible functions of the epidermal cells of the vegetative thallus. — *Journal of Cell Science*. 3: 1–16.
- Nagasato C., Terauchi M., Tanaka A., Motomura T. 2015. Development and function of plasmodesmata in zygotes of *Fucus distichus*. — *Botanica Marina*. 58(3): 229–238.
- Nagasato C., Kajimura N., Terauchi M., Mineyuki Y., Motomura T. 2014. Electron tomographic analysis of cytokinesis in the brown alga *Silvetia babingtonii* (Fuciales, Phaeophyceae). — *Protoplasma*. 251(6): 1347–1357.
- Nagasato C., Tanaka A., Ito T., Katsaros C., Motomura T. 2017. Intercellular translocation of molecules via plasmodesmata in the multiseriate filamentous brown alga, *Halopteris congesta* (Sphacelariales, Phaeophyceae). — *Journal of phycology*. 53(2): 333–341.
- Nagasato C., Inoue A., Mizuno M., Kanazawa K., Ojima T., Okuda K., Motomura T. 2010. Membrane fusion process and assembly of cell wall during cytokinesis in the brown alga, *Silvetia babingtonii* (Fuciales, Phaeophyceae). — *Planta*. 232(2): 287–298.

- Nagasato C., Yonamine R., Motomura T. 2022. Ultrastructural observation of cytokinesis and plasmodesmata formation in brown algae. — In: Plant cell division: methods and protocols. Hertfordshire. P. 253–265.
- Perestenko L.P. 2005. Genus *Sphacelaria* Lyngbye (Sphacelariales, Phaeophyta) in the far-eastern seas of Russia. — Novitates systematicae plantarum non vascularium. 39: 61–65 (In Russ.).
- Prud'homme van Reine W.F. 1982. A taxonomic revision of the European Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyceae). Leiden. 293 p.
- Prud'homme van Reine W.F., Star W. 1981. Transmission electron microscopy of apical cells of *Sphacelaria* spp. (Sphacelariales, Phaeophyceae). — Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants. 27(2): 523–546.
- Ramus J. 1969. Pit connection formation in the red alga *Pseudogloiophloea*. — Journal of phycology. 5: 57–63.
- Raven J.A. 2005. Evolution of plasmodesmata. — In: Plasmodesmata. Oxford. P. 33–52.
- Robards A.W. 1976. Plasmodesmata in higher plants. — In: Plasmodesmata. Intercellular communication in plants: studies on plasmodesmata. Canberra. P. 15–57.
- Schmitz K. 2012. Algae. — In: Sieve elements: comparative structure, induction and development. Berlin. P. 1–18.
- Snegirevskaya B.S., Komissarchik Ya.Yu. 1980. Ultrastruktura specializirovannyh mezhkлетochnyh kontaktov. — Cytologia. 22(9): 1011–1136 (In Russ.).
- Terauchi M., Nagasato C., Kajimura N., Mineyuki Y., Okuda K., Katsaros C., Motomura T. 2012. Ultrastructural study of plasmodesmata in the brown alga *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae). — Planta. 236(4): 1013–1026.
- Terauchi M., Nagasato C., Motomura T. 2015. Plasmodesmata of brown algae. — Journal of plant research. 128(1): 7–15.

СООБЩЕНИЯ

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЯН
ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ РОДА *CUSCUTA* (CUSCUTACEAE)
АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2024 г. Е. В. Лесик^{1, *}, И. А. Крещенок^{2, **}, Н. Ю. Леусова³, Г. Ф. Дарман¹

¹Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН
Игнатьевское шоссе, 2-й км, Благовещенск, 675000, Россия

²ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия»
ул. Горького, 95, Благовещенск, 675000, Россия

³Институт геологии и природопользования ДВО РАН
пер. Релочный, 1, Благовещенск, 675000, Россия

*e-mail: stork-e@yandex.ru

**e-mail: ikreshhenok@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.11.2022 г.

Получена после доработки 10.08.2024 г.

Принята к публикации 13.08.2024 г.

Род *Cuscuta* представляет собой одну из сложных таксономических групп цветковых растений. В настоящей работе приведены результаты исследований морфологии семян и скульптуры семенной кожуры у видов *Cuscuta campestris* Yanck., *C. tinei* Inzenga, *C. japonica* Choisy, *C. europaea* L., встречающихся в Амурской области. Изучение внешнего строения семян показало, что цвет, форма, признаки поверхности семени и форма рубчика видоспецифичны. Рубчик семени у *C. japonica*, *C. campestris*, *C. europaea* хорошо заметен, а у *C. tinei* слабозаметный, слегка вдавленный. На основании морфологических признаков составлен краткий ключ для идентификации видовой принадлежности семян изученных представителей рода *Cuscuta*.

Ключевые слова: идентификационный ключ, морфология семени, повилика, сканирующая электронная микроскопия

DOI: 10.31857/S0006813624080048, EDN: PBISDU

Cuscutaceae Dum. — монотипное семейство из порядка Solanales, которое включает 150–180 видов (Chrtek, Osbornova, 1991; McNeal et al., 2007), широко распространенных по всему земному шару (кроме Антарктиды, а также некоторых островов Океании) в пределах от 60° с.ш. в Европе и Азии к Мысу Южной Африки и до 47° ю.ш. в Аргентине и Чили (Barkalov, 1995; Stefanovic et al., 2007; Welsh et al., 2010). На территории России и сопредельных государств (в границах бывшего СССР) отмечено более 40 видов (Barkalov, 1995).

Представители семейства — выющиеся паразитные травянистые растения, с нитевидными или шнуровидными стеблями, с редуцированными до незаметных чешуек листьями (или полностью лишенными их), которые обвиваются вокруг растений-хозяев и присасываются к ним с помощью гаусторий (Barkalov, 1995; Sarić-

Krsmanović, Vrbničanin, 2017). Все виды внесены в перечень карантинных растений.

Род повилика представляет собой одну из сложных и спорных таксономических групп цветковых растений (Takhtajan, 1964, 1987, 2009; Cronquist, 1981; Stefanovic et al., 2002, 2007; Stefanovic, Olmstead, 2004; Nickrent, Musselman, 2004; An update of the Angiosperm ..., 2003, 2009; Elsiddig et al., 2018; Shena et al., 2020; Simões et al., 2022), что связано с редукцией вегетативных органов (стебель, лист), изменением структуры и размера цветка (мелкие цветки). Это затрудняет определение таксонов, поскольку основные признаки, используемые при идентификации сосудистых растений, полностью отсутствуют или ограничены только цветком, плодом и семенем. Анатомическое изучение стеблей и гаусторий не показало различия между видами (Zare, Dönmez,

2020). Наиболее стабильными являются анатомические признаки строения цветка, пыльца и семени (Ayrapetyan, 2010; Inkyu Park et al., 2019; Olszewski, 2019; Zare, Dönmez, 2020).

В разные годы для территории Дальнего Востока России (ДВР) указывалось от 1 до 7 видов повилики (Komarov, Klobukova-Alisova, 1932; Nikitin, 1983; Voroshilov, 1966, 1982; 1985; Barkalov, 1995). Два вида (*C. japonica* Choisy и *C. chinensis* Lam.) являются аборигенными для ДВР, а 5 видов (*C. campestris* Yunck., *C. europaea* L., *C. epilinum* Weihe, *C. epithymum* (L.) Nathh., *C. tinei* Insenga) считаются адвентивными. В настоящее время на территории ДВР *C. epilinum* и *C. epithymum* не отмечены, а *C. chinensis* произрастает только на территории Приморского края (Aistova, Leusova, 2015). Во флоре Амурской области род *Cuscuta* L. представлен только 4 видами: широко распространены *C. campestris*, *C. japonica*, реже встречаются *C. europaea* и *C. tinei*.

Плод представителей рода *Cuscuta* — коробочка, которая формируется из двухгнездной завязи (Costea et al., 2016; Но, Costea, 2018). Форма плодов, наличие или отсутствие их вскрывания и его способ послужили основой для сложной внутриродовой классификации *Cuscuta*, предложенной Т. Yuncker, в которой автор показал филогенетические связи и различия в под родах, выделив в роде *Cuscuta* три под рода: *Grammica*, *Monogynella*, *Cuscuta* (Yuncker, 1932; García et al., 2014). А. Но и М. Costea (2018) в качестве отличительного признака указывают зону вскрывания плода.

Как показали исследования Inkyu Park с соавторами (2019), форма семян и экзотеста *C. japonica* и *C. chinensis* имеют четкие различия, при этом строение экзотесты остается на уровне вида практически неизменным. По мнению этих авторов, скульптура поверхности семенной кожуры может быть постоянным признаком и не изменяться в зависимости от географических условий.

Е.Е. Gaertner (1950) отмечает, что форма семян *C. campestris* может немного варьировать в зависимости от количества семян в коробочке. Позже в работе М. Olszewski с соавторами (2020) отмечается данный факт и для других видов повилики.

Исследования ряда авторов показали, что виды под рода *Monogyna* отличаются от остальных видов рода своеобразной скульптурой поверхности

экзотесты семян. Виды под рода *Cuscuta* различаются по сочетанию морфологических и карпологических признаков. Виды под рода *Grammica* сложно отличаются друг от друга, так как имеют одинаковую длину или ширину семян, ширину эпидермальных клеток и т. д. (Costea et al., 2015; Olszewski et al., 2020).

Строение экзотесты — важный элемент в структуре морфологических признаков семян, часто используется для идентификации видов (Key..., 1966; Nikitin, 1983; Barkalov, 1995; Plisko, 2010). Хорошо изучены морфология и микроморфология семян *C. campestris*, *C. japonica*, *C. europaea* (Hamed, 2005; Costea et al., 2006; Costea, Tardif, 2006; Bojňanský, Fargašová, 2007; Plisko, 2010; Kanwal et al., 2010; Olszewski et al., 2020; Zare, Dönmez, 2020 и др.), морфология семян *C. tinei* исследована фрагментарно (Dobrokhотов, 1961; Bojňanský, Fargašová, 2007). Анатомическими исследованиями семенной кожуры *C. campestris* занимались О. В. Lyshede (1984, 1992), а *C. japonica*, *C. europaea* — Э.С. Терехин, В.А. Котов (1988). В проанализированных нами литературных источниках (Maak, 1861; Komarov, Klobukova-Alisova, 1932; Voroshilov, 1966, 1982; 1985; Key ..., 1966; Nikitin, 1983; Barkalov, 1995 и др.) авторы приводят краткое и часто противоречивое описание формы, размера и цвета семян даже в пределах одного вида повилики.

Семена повилики, произрастающих в Амурской области, ранее не изучались. Для исследования были выбраны виды, относящиеся к трем под родам: *Grammica* (*C. campestris*, *C. tinei*), *Cuscuta* (*C. europaea*), *Monogyna* (*C. japonica*). Изучались форма, размеры, окраска семян, а также поверхности семенной кожуры. На основе оригинальных и литературных данных составлен ключ для идентификации 4 видов повилики, произрастающих в Амурской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Во время полевых наблюдений в Амурской области были собраны зрелые семена повилики, а также использованы образцы из гербария ABGI (Гербарий Амурского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН). Исследования скульптуры поверхности семян проводилось с применением сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Выборка составляла 2–3 зрелых семени с каждого гербарного образца. Исследования вы-

полнены в аналитическом Центре минералого-геохимических исследований ИГиП ДВО РАН (аналитик-исследователь В.И. Рождествина) на растровом электронном микроскопе JSM-6390LV JEOL (Япония), съемка в режиме вторичных (SEI) и обратнорассеянных (BEI TOPO) электронов.

Перечень изученных образцов

Подрод *Grammica*

Cuscuta campestris Yunck.: Амурская обл., Благовещенский р-н, окр. п. Моховая Падь, пустырь, разгрузочная часть ж.-д. Паразитирует на полыни, 08 IX 2013, Аистова Е.В.; Амурская обл., г. Благовещенск. Паразитирует на вике и доннике. 19 IX 2011. Аистова Е.В.; Амурская обл., Бурейский р-н, п. Новобурейский. Ж.-д. насыпь. Паразитирует на клевере. 20 IX 2015. Аистова Е.В., Крещенок И.А. — 3 образца.

Cuscuta tinei Insenga: Амурская обл., Михайловский р-н, оз. Дубовое, вдоль берега, очень много, 26 XIII 08. 2016, Дарман Г.Ф. (ABGI Уникальный код образца: 1166). — 1 гербарный образец.

Подрод *Cuscuta*

Cuscuta europaea L.: Амурская обл., Зейский р-н, Зейский заповедник, 3-й распадок ключа “Теплый”, берег водохранилища. Паразитирует на *Urtica angustifolia*, 13 XIII 2009, Веклич Т.Н. (ABGI Уникальный код образца: 120668); Амурская обл., Сковородинский р-н, Спуск к Вяткинскому утесу, 08 XIII 2004, Старченко В.М. (ABGI Уникальный код образца: 79462). — 2 гербарных образца.

Подрод *Monogyna*

Cuscuta japonica Choisy: Амурская обл., Благовещенский р-н, п. Садовое. Паразитирует на малине. 30 IX 2019. Аистова Е.В., Леусова Н.Ю.; Амурская обл., Бурейский р-н, п. Прогресс. На ж.-д. насыпи. Паразитирует на полыни. 20 IX 2017. Аистова Е.В., Крещенок И.А.; Амурская обл., Архаринский р-н, п. Архара. Обочина дороги. Паразитирует на полыни. 18 IX 2016. Аистова Е.В., Крещенок И.А. — 3 образца.

Названия и объем видов приведены по базам данных The Plant List и IPNI. Описание семени осуществляли с использованием терминов из работ W. Barthlott (1981), E.S. Terekhin (1977), V. N. Dobrokhotoy (1961), V. Vojňanský и A. Fargašová (2007), М.А. Plisko (2010) и монографии “Сравнительная анатомия семян” (Danilova, Kirpichnikov, 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании исследований получены следующие данные.

Cuscuta japonica

Семена (1–3 реже 4 шт. в коробочке) эллипсоидальной или неправильно-шаровидной формы, угловатые, на вентральной стороне с небольшим углублением (рис. 1А, В). На дорсальной — грани широкоовальные, почти равные. Поверхность шероховатая, первичная скульптура неглубоко и неправильно сетчатая, клетки экзотесты прямоугольной формы, продольно удлинен-

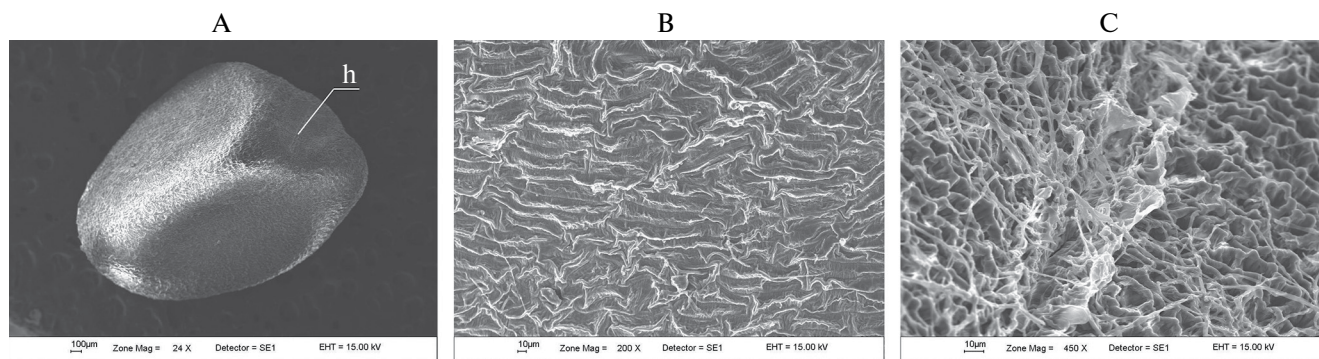


Рис. 1. Семя *Cuscuta japonica*. А — общий вид семени с вентральной стороны, В — клетки экзотесты на вентральной стороне семени, С — фрагмент рубчика семени; h — рубчик семени.

Fig. 1. Seed of *Cuscuta japonica*. А — general view of the seed from the ventral side, В — exotesta cells on the ventral side of the seed, С — fragment of the seed hilum; h — seed hilum.

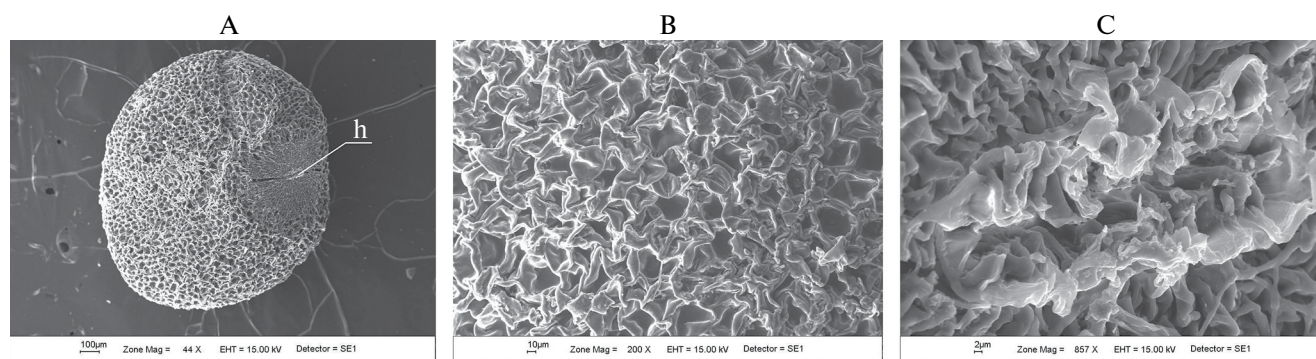


Рис. 2. Семя *Cuscuta campestris*. А — общий вид семени с вентральной стороны, В — клетки экзотесты на вентральной стороне семени, С — рубчик семени; h — рубчик семени.

Fig. 2. Seed of *Cuscuta campestris*. А — general view of the seed from the ventral side, В — exotesta cells on the ventral side of the seed, С — seed hilum; h — seed hilum.

ные, расположены в виде паззла, антиклинальные стенки клеток экзотесты прямые или слегка изогнутые, (см. рис. 1В). Наружные периклинальные стенки клеток экзотесты слегка вогнутые. Поверхность антиклинальных и наружных периклинальных стенок (вторичная скульптура) поперечно-морщинистая. Цвет семян темно-коричневый (иногда до черного), поверхность — матовая. Рубчик удлиненный, широколинейный, вдавленный, хорошо видна трещина, не окруженная валиком (рис. 1С). Околорубчиковая область треугольной формы с закругленными краями. Средний размер семени 2.17×1.57 мм.

Распространение на Дальнем Востоке России: Амурская и Еврейская автономная области, Хабаровский и Приморский края (Aistova, Leusova, 2015).

Cuscuta campestris

Форма семян варьирует от обратнойцевидной до почти шаровидной (рис. 2А). Количество семян в коробочке — 1–4 (чаще 4) шт. Поверхность семян шероховатая, точно-ямчатая, первичная скульптура неправильно сетчато-ямчатая (рис. 2В). Антиклинальные стенки клеток экзотесты прямые или слегка извилистые, неодинаковой толщины; периклинальные стенки вогнутые, имеют ровную поверхность. Вентральная сторона семени плоская, ее поверхность ближе к рубчику глубоко-складчатая, не ямчатая. Семена от светло-коричневого (или желтовато-серого) до темно-коричневого цвета. Поверхность — матовая. Рубчик хорошо заметный, округлый, на вен-

тральной стороне семени выпуклый, слабо изогнутый, в центре рубчиковой области имеется щель, окруженная валиком (рис. 2С). Средний размер семени 1.28×1.4 мм.

Распространение на Дальнем Востоке России: Амурская область, Хабаровский и Приморский края (Aistova, Leusova, 2015).

Cuscuta europaea

Форма семян от обратнойцевидной до шарообразной (рис. 3А). Количество семян 1–4 шт. в коробочке. На вентральной стороне семени хорошо видны широко овальные грани, которые могут быть от слабо вдавленных или почти плоских до вдавленных. Поверхность семени шероховатая, первичная скульптура неправильно-мелкосетчатая или мелкосетчатая (рис. 3В). Антиклинальные стенки клеток экзотесты приподнятые, прямые или слегка изогнутые, с поперечно морщинистой поверхностью, имеют примерно одинаковую толщину; наружные периклинальные стенки слабоскладчатые, глубоко вогнутые. Цвет семени коричневый, поверхность — матовая. Рубчик семени хорошо заметный, выпуклый, округлый (рис. 3С), щель окружена валиком. Трещина короткая, хорошо заметная, находится в границах рубчика. Средний размер семени 1.13×1.25 мм.

Распространение на Дальнем Востоке России: Амурская область, Хабаровский и Приморский края, о. Сахалин (Aistova, Leusova, 2015).

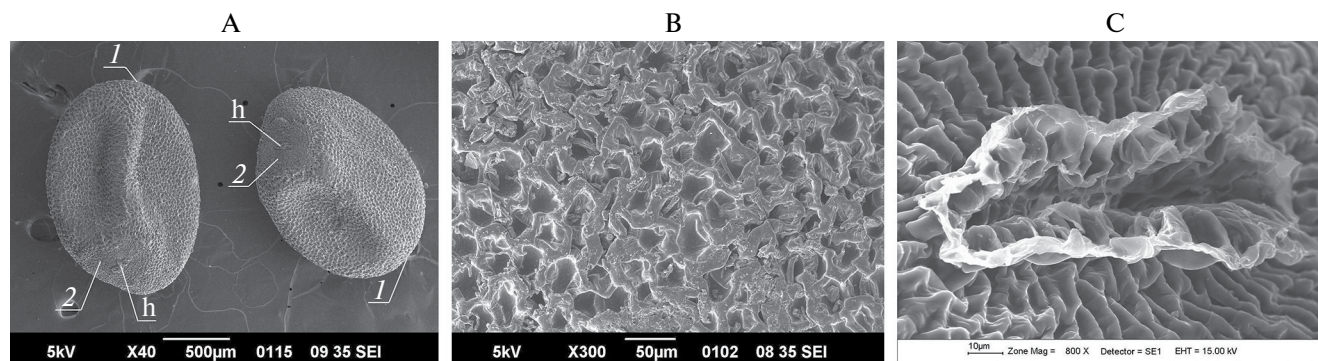


Рис. 3. Семя *Cuscuta europaea*. А — общий вид семени с дорсальной (1) и вентральной (2) сторон: h — рубчик семени; В — клетки экзотесты на вентральной стороне семени, С — рубчик семени.

Fig. 3. Seed of *Cuscuta europaea*. А — general view of the seed from the dorsal (1) and ventral (2) sides: h — seed hilum; В — exotesta cells on the ventral side of the seed, С — seed scar.

Cuscuta tinei

Семена могут иметь эллипсоидальную или шаровидную форму. Количество семян 1–4 (чаще 4) шт. в коробочке. Дорсальная сторона выпуклая, вентральная — слегка вдавленная или вогнутая (рис. 4А). Поверхность семян мелкосетчатая, первичная скульптура сетчато-ямчатая (рис. 4В). Поверхность антиклинальных стенок клеток экзотесты сильно скульптурирована, в основном с хаотично ориентированными неравномерными складками, местами поперечно морщинистая или желобчатая. Наружные периклинальные стенки вогнутые, слабоморщинистые. Цвет семени от серовато-желтого до коричневого, поверхность — матовая. Рубчик семени слабозаметный, слегка вдавленный (рис. 4С). Трещина короткая, хоро-

шо заметная, окружена валиком. Средний размер семени 1.40×1.30 мм.

Распространение на Дальнем Востоке России: Амурская область (АВГИ), Приморский край (Aistova, Leusova, 2015).

Основываясь на вышеприведенных данных, составлен ключ для идентификации семян.

1 + Семенная кожура сетчато-ямчатая, клетки экзотесты более или менее изодиаметрические.....2

– Семенная кожура сетчатая, клетки экзотесты прямоугольные.....*C. japonica*

2 + Поверхность клеточных стенок экзотесты слегка морщинистая.....3

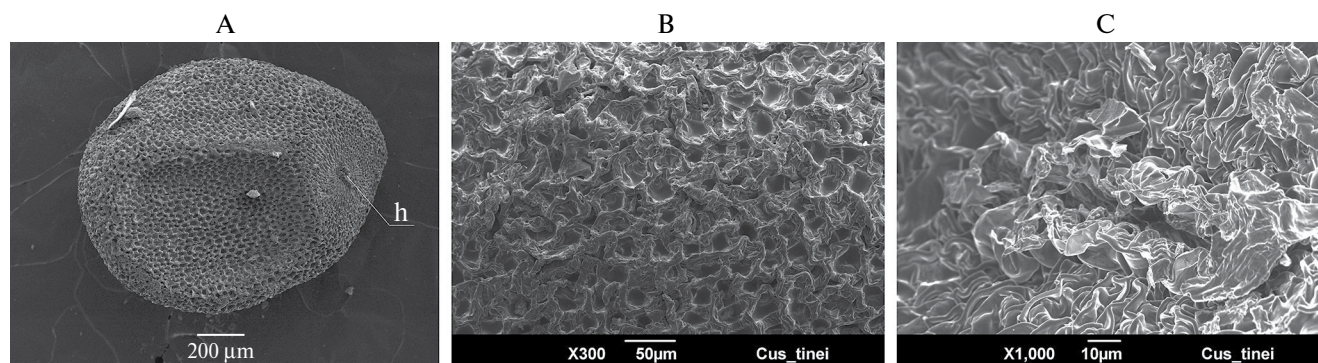


Рис. 4. Семя *Cuscuta tinei*. А — общий вид семени с вентральной стороны, В — клетки экзотесты на вентральной стороне семени, С — рубчик семени; h — рубчик семени.

Fig. 4. Seed of *Cuscuta tinei*. А — general view of the seed from the ventral side, В — exotesta cells on the ventral side of the seed, С — seed hilum; h — seed hilum.

ОБСУЖДЕНИЕ

– Поверхность клеточных стенок экзотесты гладкая.....*C. campestris*

3 + Поверхность антиклинальных клеточных стенок экзотесты поперечно морщинистая.....*C. europaea*

– Поверхность антиклинальных клеточных стенок экзотесты желобчатая, с хаотично ориентированными неравномерными складками...*C. tinei*

Сравнительный анализ литературных данных (Dobrokhotov, 1961; Bojňanský, Fargašová, 2007; Kanwal et al., 2010 и т. д.) и собственных исследований (табл. 1), показывает, что семена изучаемых видов могут варьировать по разным параметрам. Размеры семян *Cuscuta japonica* по нашим наблюдениям оказались меньше, чем указывает-

Таблица 1. Морфологическая характеристика семян рода *Cuscuta* по литературным и авторским данным

Table 1. Morphological characteristics of seeds of the genus *Cuscuta* according to published and original data

Автор, год Author, year	Средний размер (мм) Average size (mm)	Цвет Color	Форма Shape	Поверхность Surface	Семенной рубчик Seed hilum
<i>C. campestris</i>					
Dobrokhotov, 1961	1.25–2.5 × 1–1.5	Серовато-желтый или желтовато-коричневый Grayish yellow or yellowish brown	Неправильно шаровидная Irregularly spherical	Мелкобугорчатая, шероховатая, в основании рубчика темная Finely tuberculate, rough, dark at the hilum base	Изогнуто-овальный, несколько косо расположенный, светлый Curved-oval, somewhat obliquely located, light
Bojňanský, Fargašová, 2007	1.1–1.3 × 0.9–1.1	Желтовато-серый или коричневый Yellowish gray or brown	Неправильно сферическая Irregularly spherical	Шероховатая Rough	Беловатый Whitish
Kanwal et al., 2010	1–1.5 × 1–1.5	Светло- или темно-коричневый Light or dark brown	Угловатая, обратно-почкообразная Angular, reversed kidney-shaped	Ямчатая, черная в основании рубчика Pitted, black at the hilum base	Расположенный под основанием (или базальной мембраной) Located beneath the base (or basement membrane)
Hamed, 2005	—	Коричневый Brown	Шаровидная Spherical	Шероховатая Rough	Заметный Clearly visible
Barkalov, 1995	1.2–1.5	—	Овальная Oval	—	—
Авторские данные Original data	1.28 × 1.4	Светло-коричневый (желтовато-серый) или темно-коричневый Light brown (yellowish gray) or dark brown	Обратнойцевидная или почти шаровидная Obovoid or almost spherical	Шероховатая, точно-ямчатая Rough, punctate-pitted	Заметный, округлый, выпуклый, слабо изогнутый Clearly visible, rounded, convex, slightly curved
<i>C. europaea</i>					
Dobrokhotov, 1961	1–1.5 × 0.75–1.25	Серовато-коричневый или желтовато-коричневый (или темных тонов) Grayish-brown or yellowish-brown (or dark colors)	Шаровидно-угловатая, к основанию слегка суженная Spherical-angular, slightly narrowed towards the base	Губчато-шероховатая, ямчато-точечная Spongy-rough, pitted-punctate	Косой, округлый, слабоуглубленный, иногда со светлой бородавочкой в центре Oblique, rounded, slightly impressed, sometimes with a light wart in the center
Bojňanský, Fargašová, 2007	1.1–1.3 × 0.9–1.1	Серовато- или темно-коричневый Grayish brown or dark brown	Почти сферическая или обратнойцевидная Subspherical or obovoid	Шероховатая Rough	Округлый Rounded

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (end)

Автор, год Author, year	Средний размер (мм) Average size (mm)	Цвет Color	Форма Shape	Поверхность Surface	Семенной рубчик Seed hilum
Kanwal et al., 2010	1.5 × 0.5–1	Темно коричнево-черный Dark brown-black	Угловатая, широко обратно-шаровидная Angular, broadly reversed spherical	Альвеолярная, темная возле рубчика Alveolar, dark near the hilum	Расположенный под основанием (или базальной мембраной) Located beneath the base (or basement membrane)
Barkalov, 1995	1–1.2	—	Округлая Rounded	Шероховатая Rough	—
Авторские данные Original data	1.13 × 1.25	Коричневый Brown	Обратнояйцевидная или шарообразная Obovoid or spherical	Шероховатая Rough	Хорошо заметный, выпуклый, округлый Clearly visible, convex, rounded
<i>C. tinei</i>					
Dobrokhotoy, 1961	1.5 × 1 × 1.25	Желтая, серовато-желтая или коричневая Yellow, grayish yellow or brown	Шаровидно-угловатая, неправильная, к основанию слегка суженная Spherical-angular, irregular, slightly narrowed towards the base	Точечно-губчатая Punctate-spongy	Косой, продолговатый, в виде двойной черточки на фоне округлого пятна Oblique, oblong, in the form of double dash against a rounded spot
Bojňanský, Fargašová, 2007	1.4–1.6 × 1.1–1.3	Светло- или темно- коричневый Light brown or dark brown	Эллипсоидная или шаровидная Ellipsoidal or spherical	Мелко сетчато- вдавленная (ямчатая) Finely reticulate- indented (pitted)	Округлый Rounded
Barkalov, 1995	до 1.5 up to 1.5	—	Неправильно овальная Irregularly oval	Шероховатая Rough	—
Авторские данные Original data	1.40 × 1.30	Серовато-желтый или коричневый Grayish yellow or brown	Эллипсоидальная или шаровидная Ellipsoidal or spherical	Мелкосетчатая Finely reticulate	Слабозаметный, слегка вдавленный Poorly visible, slightly impressed
<i>C. japonica</i>					
Inkyu Park et al., 2019	—	—	Грушевидная или практически плоская Pear-shaped or almost flat	Шероховатая Rough	Хорошо заметный Clearly visible
Reed, Hughes, 1977	2.5–3 × 2–3	Бледно-соломенный или черноватый Pale straw-yellow or blackish	—	—	Хорошо заметный, вдавленный Clearly visible, impressed
Barkalov, 1995	2 × 2.5–3	—	Округло-яйцевидная Rounded-ovoid	Шероховатая Rough	—
Авторские данные Original data	2.17 × 1.57	Темно-коричневый (иногда до черного) Dark brown (sometimes to black)	Эллипсоидальная или неправильно- шаровидная Ellipsoidal or irregularly spherical	Шероховатая Rough	Удлиненный, широколинейный, вдавленный Elongated, wide-linear, depressed

ся в литературе (см. табл. 1). Для остальных видов размеры соответствовали данным других исследователей, с небольшими отклонениями. Цвет, форма, поверхность семян и форма рубчика у изученных образцов видоспецифичны (см. ключ для определения видов и описание) и частично совпадали с данными более ранних исследований (см. табл. 1).

Что касается поверхности семенной кожуры, то М. Olszewski с соавторами (Olszewski et al., 2020) выделили два типа ее скульптуры у семян повилик. Для типа I, который встречается в подроде *Monogyna*, характерны прямоугольные удлиненные эпидермальные клетки, причем параллельные группы из 2–6 таких клеток перпендикулярны длинной оси подобных групп клеток. Клетки экзотесты в подроде *Monogyna* (тип I) морфологически неизменны, не подвержены влиянию сухости и влажности. В отличие от него, для типа II, который встречается в под родах *Cuscuta*, *Pachystigma* и *Grammica*, характерны более или менее изодиаметрические эпидермальные клетки, которые могут изменять свою морфологию, чередуя два состояния: либо ямчатые (вогнутые), когда семена сухие, либо с куполообразной наружной периклиальной стенкой, бугорчатые = сосочковидные (выпуклые), когда семена увлажнены.

Сравнивая полученные нами результаты с типификацией М. Olszewski с соавторами (Olszewski et al., 2020), мы отметили, что клетки экзотесты изучаемых видов имели разные размер и форму. Размер наружных эпидермальных стенок клеток экзотесты *Cuscuta japonica* составлял 71–104 × 9–20 μm, что соответствует описаниям М. Olszewski с соавторами (Olszewski et al., 2020) и позволяет отнести скульптуру семенной кожуры *C. japonica* к типу I, который характеризует виды подрода *Monogyna*.

В типе II скульптуры поверхности семенной кожуры форма клеток экзотесты была разной. Так у *Cuscuta campestris* клетки неправильно-полигональные, размер наружных эпидермальных стенок клеток экзотесты – 42–60 × 34–56 μm; у *C. tinei* форма клеток овальная, размер наружных эпидермальных клеток – 22–44 × 22–26.5 μm; у *C. europaee* – многоугольная, размер наружных эпидермальных стенок клеток экзотесты – 34–48 × 28–36 μm, что также соответствует описаниям М. Olszewski с соавторами (Olszewski et al., 2020) для видов под родов *Grammica* и *Cuscuta*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные нами исследования показали, что семена четырех представителей рода *Cuscuta* имеют характерные отличительные морфологические особенности, удовлетворяющие цели идентификации видов в лабораторных условиях при наличии сканирующего электронного микроскопа (форма, размер, цвет семени, поверхность семенной кожуры, рубчика, форма антиклиальной и периклиальной стенок клетки и т. д.) и частично совпадают с литературными данными.

Составленный нами идентификационный ключ может быть использован в качестве дополнительного материала для более точного разграничения и диагностики 4 видов рода *Cuscuta* при флористических, таксономических исследованиях, а также в фитосанитарных лабораториях, работающих непосредственно с семенным материалом.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность к.б.н. Г.В. Таловиной (ВИР, Санкт-Петербург) за ценные рекомендации в написании статьи.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ проект: № 1021060307535-7-1.6.11 (АФ БСИ ДВО РАН), № 122041800128-5 (ИГиП ДВО РАН).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Aistova, Leusova] Аистова Е.В., Леусова Н.Ю. 2015. Род *Cuscuta* L. в Восточной Азии. — *Turczaninowia*. 18(2): 111–128.
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. The angiosperm phylogeny group. 2003. — *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399–436.
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. The angiosperm phylogeny group. 2009. — *Bot. J. Linn. Soc.* 161: 105–121.
- [Ayrapetyan] Айрапетян А.М. 2010. Морфология пыльцы рода *Cuscuta* L. — Ученые записки Ереванского гос. ун-та. Серия химия и биология. 1: 42–49.
- [Barkalov] Баркалов В.Ю. 1995. Семейство Повиликовые — *Cuscutaceae* Dum. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 7. СПб. С. 279–284.
- Barthlott W. 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. — *Nord. J. Bot.* 1: 345–355.

- Bojňanský V., Fargašová A. 2007. Atlas of seeds and fruits of central and east-european flora. The Carpathian Mountains Region. Springer. 1046 p.
- Chrtěk J., Osbornova J. 1991. Notes on the Synanthropic Plants of Egypt. 3. *Grammica campestris* and other species of family Cuscutaceae. — Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. 26: 287 — 314.
- Costea M., Garcia M.A., Stefanovic S. 2015. A phylogenetically based infrageneric classification of the parasitic plant genus *Cuscuta* (Dodders, Convolvulaceae). — Systematic Botany. 40(1): 269–285.
<https://doi.org/10.1600/036364415X686567>
- Costea M., Nesom G.L., Stefanovic S. 2006. Taxonomy of the *Cuscuta pentagona* complex (Convolvulaceae) in North America. — Sida. 22(1): 151–175.
- Costea M., Tardif F.J. 2006. The biology of Canadian weeds. 133. *Cuscuta campestris* Yuncker, *C. gronovii* Willd. ex Schult., *C. umbrosa* Beyr. ex Hook., *C. epithymum* (L.) L. and *C. epilinum* Weihe. — Canadian Journal Plant Science. 86: 293–316.
- Costea M., Stefanović S., García M.A., De La Cruz S., Casazza M.L., Green A.J. 2016. Waterfowl endozoochory: an overlooked long-distance dispersal mode for *Cuscuta* (dodder). — Am. J. Bot. 103(5): 957–962.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1500507>
- Cronquist A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York. 262 p.
- [Danilova, Kirpichnikov] Данилова М.Ф., Кирпичников М.Э. 1985. Словарь терминов. В кн.: Сравнительная анатомия семян. Однодольные. Т. 1. Л. 317 с.
- [Dobrokhoto] Доброхотов В.Н. 1961. Семена сорных растений. Определитель (справочник). М. 464 с.
- Elsiddig M.A., Mahadi Y.M., Mohamed E.H., Alamin S.E., Alrahim A.I.A., Haroun N.E., Eltayeb A.H., Ibraheem Y.M. 2018. Genetic diversity of dodder (*Cuscuta* spp.) collected from Khartoum and Gezira states. — International Journal of Scientific and Research Publications. 8(12): 634–640.
<https://doi.org/10.29322/IJSRP.8.12.2018.p8482>
- Gaertner E.E. 1950. Studies of seed germination, seed identification, and host relationships in dodders, *Cuscuta* spp. — Mem Cornell Univ Agri Exp Station. 294: 1–56.
- García M.A., Costea M., Kuzmina M., Stefanović S. 2014. Phylogeny, character evolution, and biogeography of *Cuscuta* (dodders; Convolvulaceae) inferred from coding plastid and nuclear sequences. — Am. J. Bot. 101(4): 670–690.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1300449>
- Hamed K.A. 2005. Pollen and seed characters of certain *Cuscuta* species growing in Egypt with a reference to a taxonomic treatment of the genus. — International Journal of Agriculture and Biology. 7(3): 325–332.
- Ho A., Costea M. 2018. Diversity, evolution and taxonomic significance of fruit in *Cuscuta* (dodder, Convolvulaceae); the evolutionary advantages of indehiscence. — Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 32: 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2018.02.001>
- Inkyu Park, Jun-Ho Song, Sungyu Yang, WookJin Kim, Goya Choi, Byeong Cheol Moon. 2019. *Cuscuta* species identification based on the morphology of reproductive organs and complete chloroplast genome sequences. — International Journal of Molecular Sciences. 20: 2726.
<https://doi.org/10.3390/ijms20112726>
- Kanwal D., Abid R., Qaiser M. 2010. The seed atlas of Pakistan-III. Cuscutaceae. — Pakistan Journal of Botany. 42(2): 703–709.
<https://doi.org/10.3390/ijms20112726>
- [Кеу...] Определитель растений Приморья и Приамурья. 1966. М. —Л. 491 с.
- [Комаров, Клобукова-Алисова] Комаров В.Л., Клобукова-Алисова Е.Н. 1932. Определитель растений Дальневосточного края. Т. 2. Л. С. 623–1175.
- Lyshede O.B. 1984. Seed structure and germination in *Cuscuta pedicellate* and *C. campestris*. — Nordic Journal of Botany. 4: 69–74.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1984.tb01992.x>
- Lyshede O.B. 1992. Studies on mature seeds of *Cuscuta pedicellate* and *C. campestris* by electron microscopy. — Annals of Botany. 69(4): 365–371.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088353>
- [Маак] Маак Р.К. 1861. Путешествие по долине реки Уссури, совершенное по поручению сибирского отдела Императорского русского географического общества. Т. 1. СПб. 240 с.
- McNeal J.R., Arumugunathan K., Kuehl J.V., Boore J.L., de Pamphilis C.W. 2007. Systematics and plastid genome evolution of the cryptically photosynthetic parasitic plant genus *Cuscuta* (Convolvulaceae). — BMC Biology. 5: 55.
<https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-55>
- Nickrent D.L., Musselman L.J. 2004. Introduction to parasitic flowering plants. The plant health instructor. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/Pathogen-Groups/Pages/ParasiticPlants.aspx>
<http://dx.doi.org/10.1094/PHI-I-2004-0330-01>
- [Никитин] Никитин В.В. 1983. Сорные растения флоры СССР. Л. 454 с.
- Olszewski M. 2019. Diversity and Evolution of Seeds in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae): Morphology and structure. Theses and Dissertations (Comprehensive). 111 p.
<https://scholars.wlu.ca/etd/2186>
- Olszewski M., Dilliot M., García-Ruiz I., Bendarvandi B., Costea M. 2020. *Cuscuta* seeds: Diversity and evolution, value for systematics/identification and exploration of allometric relationships. — PLoS ONE. 15(6): 1–23.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0234627>
- [Плиско] Плиско М.А. 2010. Семейство Cuscutaceae. Сравнительная анатомия семян. Двудольные. Lamiidae, Asteridae. Т. 7. СПб. С. 183–191.

- Reed C., Hughe R. 1977. Economically Important Foreign Weeds. Agricultural Handbook Agricultural Research Service, Animal and Plant Health Inspection Service, United States Department of Agriculture. 498: 746.
- Sarić-Krsmanović M., Vrbničanin S. 2017. Field dodder life cycle and interaction with host plants. — *Pestic. Phyto-med.* (Belgrade). 32(2): 95–103.
<https://doi.org/10.2298/PIF1702095S>
- Shena G., Liua N., Zhanga J., Xua Y., Baldwin I.T., Wu J. 2020. *Cuscuta australis* (dodder) parasite eavesdrops on the host plants' FT signals to flower. — *PNAS*. 117(37): 23125–23130.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2009445117/-/DCSupplemental>
- Simões A.R.G., Eserman L.A., Zuntini A.R., Chattrou L.W., Utteridge T.M.A., Maurin O., Rokni S., Roy S., Forest F., Baker W.J., Stefanovic S. 2022. A bird's eye view of the systematics of Convolvulaceae: novel insights from nuclear genomic data. — *Frontiers in Plant Science*. 13: 889–988.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.889988>
- Stefanovic S., Krueger L., Olmstead R.G. 2002. Monophyly of the Convolvulaceae and circumscription of their major lineages based on DNA sequences of multiple chloroplast loci. — *Am. J. Bot.* 89(9): 1510–1522.
<https://doi.org/10.3732/ajb.89.9.1510>
- Stefanovic S., Kuzmina M., Costea M. 2007. Delimitation of major lineages within *Cuscuta* subgenus *Grammica* (Convolvulaceae) using plastid and nuclear DNA sequences. — *Am J. Bot.* 94(4): 568–589.
- Stefanovic S., Olmstead R.G. 2004. Testing the Phylogenetic Position of a Parasitic Plant (*Cuscuta*, Convolvulaceae, Asteridae): Bayesian Inference and the Parametric Bootstrap on Data Drawn from Three Genomes. — *Systematic Biology*. 53(3): 384–399.
<https://doi.org/10.1080/10635150490445896>
- Takhtajan A. 2009. Flowering Plants. Second Edition. Netherlands. 872 p.
- [Takhtajan] Тахтаджян А.Л. 1964. Основы эволюционной морфологии покрытосеменных. М.—Л. 236 с.
- [Takhtajan] Тахтаджян А.Л. 1987. Система магнолиофитов. Л. 439 с.
- [Terekhin] Терехин Э.С. 1977. Паразитные цветковые растения: эволюция онтогенеза и образ жизни. Л. 220 с.
- [Terekhin] Терехин Э.С., Котов В.А. 1988. Эмбриология *Cuscuta japonica* (Cuscutaceae). — *Бот. журн.* 73(2): 222–230.
- [Voroshilov] Ворошилов В.Н. 1966. Флора советского Дальнего Востока (конспект с таблицами для определения видов). М. 479 с.
- [Voroshilov] Ворошилов В.Н. 1982. Определитель растений советского Дальнего Востока. М. 672 с.
- [Voroshilov] Ворошилов В.Н. 1985. Список сосудистых растений советского Дальнего Востока. Флористические исследования в разных районах СССР. М. С. 139–200.
- Welsh M., Stefanovic S., Costea M. 2010. Pollen evolution and its taxonomic significance in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae). — *Plant Systematics and Evolution*. 285: 83–101.
<https://doi.org/10.1007/s00606-009-0259-4>
- Yuncker T.G. 1932. The genus *Cuscuta*. — *Torrey Botanical Society*. 18: 113–331.
- Zare G., Dönmez Ali.A. 2020. *Cuscuta campestris* Yunck. Morphology, anatomy and traditional use in Turkey. — *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*. 40(1): 1–10.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SEEDS OF FOUR SPECIES OF THE GENUS *CUSCUTA* (CUSCUTACEAE) OF THE AMUR REGION

E. V. Lesik^{1,*}, I. A. Kreshchenok^{2,**}, N. Yu. Leusova^{3,***}, G. F. Darman^{1,****}

¹Amur Branch of Botanical Garden-Institute FEB RAS
Ignatievskoye Hwy., 2nd km, Blagoveshchensk, 675000, Russia

²Amur State Medical Academy
Gor'kogo Str., 95, Blagoveshchensk, 675000, Russia

³Institute of Geology and Nature Management FEB RAS
Relochny Lane, 1, Blagoveshchensk, 675000, Russia

*e-mail: stork-e@yandex.ru

**e-mail: ikreshhenok@yandex.ru

***e-mail: leusova@mail.ru

****e-mail: gfdarman@yandex.ru

The genus *Cuscuta* is one of the complex taxonomic groups of flowering plants. This paper presents the results of the study of the seed morphology and the seed coat sculpture of the *Cuscuta campestris* Yanck.,

C. tinei Inzenga, *C. japonica* Choisy, *C. europaea* L., occurring in the Amur Region. The study of the seed external structure has shown that the color, shape, the characteristics of the seed surface and the shape of the hilum are species-specific. The seed hilum in *C. japonica*, *C. campestris*, *C. europaea* is clearly visible, while in *C. tinei* it is barely noticeable, slightly depressed. Based on morphological characteristics, a short key has been compiled to identify the studied species of the genus *Cuscuta* by their seeds.

Keywords: identification key, seed morphology, morphological characteristics of seeds, dodder, scanning electron microscopy

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their sincere gratitude to Ph.D. G.V. Talovina (VIR, St. Petersburg) for valuable advice when writing the article.

This study was supported by the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, projects No. 1021060307535-7-1.6.11 (Amur Branch of Botanical Garden-Institute FEB RAS), No. 122041800128-5 (Institute of Geology and Nature Management FEB RAS).

REFERENCES

- Aistova E.V., Leusova N.Yu. 2015. Genus *Cuscuta* L. in East Asia. — Turczaninowia. 18(2): 111–128 (In Russ.).
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. The angiosperm phylogeny group. 2009. — Bot. J. Linn. Soc. 161: 105–121.
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. The angiosperm phylogeny group. 2003. — Bot. J. Linn. Soc. 141: 399–436.
- Ayrapetyan A.M. 2010. Morfologiya pyl'tsy roda *Cuscuta* L. [Pollen morphology of the genus *Cuscuta* L.]. — Uchenyye zapiski Yerevanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya khimiya i biologiya. 1: 42–49 (In Russ.).
- Barkalov V.J. 1995. Semeystvo Povilikovyye — Cuscutaceae Dum. 1995. Sosudistyye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka [Family Cuscutaceae Dum. Vascular plants of the Soviet Far East]. Saint-Petersburg. Vol. 7. P. 279–284 (In Russ.).
- Barthlott W. 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. — Nord. J. Bot. 1: 345–355.
- Bojňanský V., Fargašová A. 2007. Atlas of seeds and fruits of central and east-european flora. The Carpathian Mountains Region. 1046 p.
- Chrtěk J., Osbornova J. 1991. Notes on the Synanthropic Plants of Egypt. 3. *Grammica campestris* and other species of family Cuscutaceae. — Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. 26: 287–314.
- Costea M., Garcia M.A., Stefanovic S. 2015. A phylogenetically based infrageneric classification of the parasitic plant genus *Cuscuta* (Dodders, Convolvulaceae). — Systematic Botany. 40(1): 269–285. <https://doi.org/10.1600/036364415X686567>
- Costea M., Nesom G.L., Stefanovic S. 2006. Taxonomy of the *Cuscuta pentagona* complex (Convolvulaceae) in North America. — Sida. 22(1): 151–175.
- Costea M., Tardif F.J. 2006. The biology of Canadian weeds. 133. *Cuscuta campestris* Yuncker, *C. gronovii* Willd. ex Schult., *C. umbrosa* Beyr. ex Hook., *C. epithymum* (L.) L. and *C. epilinum* Weihe. — Canadian Journal Plant Science. 86: 293–316.
- Costea M., Stefanović S., García M.A., De La Cruz S., Casazza M.L., Green A.J. 2016. Waterfowl endozoochory: an overlooked long-distance dispersal mode for *Cuscuta* (dodder). — Am. J. Bot. 103(5): 957–962. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500507>
- Cronquist A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York. 262 p.
- Danilova M.F., Kirpichnikov M.E. 1985. Slovar' terminov. Sravnitel'naya anatomiya semyan [Dictionary of terms. In: Comparative Anatomy of Seeds]. Monocotyledons. Vol. 1. L. 317 p. (In Russ.).
- Dobrohotov V.N. 1961. Semena sornykh rasteniy. Opredeletel' (spravochnik) [Weed seeds. Determinant (reference book)]. Moscow. 464 p. (In Russ.).
- Elsiddig M.A., Mahadi Y.M., Mohamed E.H., Alamin S.E., Alrahim A.I.A., Haroun N.E., Eltayeb A.H., Ibraheem Y.M. 2018. Genetic diversity of dodder (*Cuscuta* spp.) collected from Khartoum and Gezira states. — International Journal of Scientific and Research Publications. 8(12): 634–640. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.8.12.2018.p8482>
- García M.A., Costea M., Kuzmina M., Stefanović S. 2014. Phylogeny, character evolution, and biogeography of *Cuscuta* (dodders; Convolvulaceae) inferred from coding plastid and nuclear sequences. — Am. J. Bot. 101(4): 670–690. <https://doi.org/10.3732/ajb.1300449>
- Gaertner E.E. 1950. Studies of seed germination, seed identification, and host relationships in dodders, *Cuscuta* spp. — Mem Cornell Univ Agri Exp Station. 294: 1–56.
- Hamed K.A. 2005. Pollen and seed characters of certain *Cuscuta* species growing in Egypt with a reference to a taxonomic treatment of the genus. — International Journal of Agriculture and Biology. 7(3): 325–332.

- Ho A., Costea M. 2018. Diversity, evolution and taxonomic significance of fruit in *Cuscuta* (dodder, Convolvulaceae); the evolutionary advantages of indehiscence. — *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 32: 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2018.02.001>
- Inkyu Park, Jun-Ho ong, Sungyu Yang, WookJin Kim, Goya Choi, Byeong Cheol Moon. 2019. *Cuscuta* species identification based on the morphology of reproductive organs and complete chloroplast genome sequences. — *International Journal of Molecular Sciences*. 20: 2726.
<https://doi.org/10.3390/ijms20112726>
- Kanwal D., Abid R., Qaiser M. 2010. The seed atlas of Pakistan-III. Cuscutaceae. — *Pakistan Journal of Botany*. 42(2): 703–709.
<https://doi.org/10.3390/ijms20112726>
- Komarov V.L., Klobukova-Alisova E.N. 1932. *Opredelitel' rastenij Dal'nevostochnogo kraja* [Key for plants of the Far Eastern region of the USSR]. Leningrad. Vol. 2. P. 623–1175 (In Russ.).
- Lyshede O.B. 1984. Seed structure and germination in *Cuscuta pedicellate* and *C. campestris*. — *Nordic Journal of Botany*. 4: 69–74.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1984.tb01992.x>
- Lyshede O.B., 1992. Studies on mature seeds of *Cuscuta pedicellate* and *C. campestris* by electron microscopy. — *Annals of Botany*. 69(4): 365–371.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088353>
- Maak R.K. 1861. *Puteshestviye po doline reki Ussuri, sovershennoye po porucheniyu sibirskogo otdela Imperatorskogo russkogo geograficheskogo obshchestva* [Journey through the valley of the Ussuri River, commissioned by the Siberian Department of the Imperial Russian Geographical Society]. Saint-Petersburg. Vol. 1. 240 p. (In Russ.).
- McNeal J.R., Arumugunathan K., Kuehl J.V., Boore J.L., de Pamphilis C.W. 2007. Systematics and plastid genome evolution of the cryptically photosynthetic parasitic plant genus *Cuscuta* (Convolvulaceae). — *BMC Biology*. 5: 55.
<https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-55>
- Nickrent D.L., Musselman L.J. 2004. Introduction to parasitic flowering plants. The plant health instructor. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/Pathogen-Groups/Pages/ParasiticPlants.aspx>
<http://dx.doi.org/10.1094/PHI-I-2004-0330-01>
- Nikitin V.V. 1983. *Sornyye rasteniya flory SSSR* [Weeds of the flora of the USSR]. Leningrad. 454 p. (In Russ.).
- Olszewski M. 2019. Diversity and Evolution of Seeds in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae): Morphology and structure. Theses and Dissertations (Comprehensive). 111 p.
<https://scholars.wlu.ca/etd/2186>
- Olszewski M., Dilliot M., García-Ruiz I., Bendarvandi B., Costea M. 2020. *Cuscuta* seeds: Diversity and evolution, value for systematics/identification and exploration of allometric relationships. — *PLoS ONE*. 15(6): 1–23.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0234627>
- Opredelitel' rasteniy Primor'ya i Priamur'ya [Key to plants of Primorye and Amur region.]. 1966. Moscow–Leningrad. 491 p. (In Russ.).
- Plisko M.A. *Semeystvo Cuscutaceae. Sravnitel'naya anatomiya semyan. Dvudol'nye. Lamiidae, Asteridae*. 2010 [Family Cuscutaceae. Comparative anatomy of seeds. Dicotyledonous. Lamiidae, Asteridae]. Saint-Petersburg. Vol. 7. P. 183–191 (In Russ.).
- Reed C., Hughe R. 1977. *Economically Important Foreign Weeds*. Agricultural Handbook Agricultural Research Service, Animal and Plant Health Inspection Service, United States Department of Agriculture. 498: 746.
- Sarić-Krsmanović M., Vrbničanin S. 2017. Field dodder life cycle and interaction with host plants. — *Pestic. Phytomed.* (Belgrade). 32(2): 95–103.
<https://doi.org/10.2298/PIF1702095S>
- Shena G., Liua N., Zhanga J., Xua Y., Baldwin I.T., Wu J. 2020. *Cuscuta australis* (dodder) parasite eavesdrops on the host plants' FT signals to flower. — *PNAS*. 117(37): 23125–23130.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2009445117/-/DCSupplemental>
- Simões A.R.G., Eserman L.A., Zuntini A.R., Chatrou L.W., Utteridge T.M.A., Maurin O., Rokni S., Roy S., Forest F., Baker W.J., Stefanovic S. 2022. A bird's eye view 'of the systematics of Convolvulaceae: novel insights from nuclear genomic data. — *Frontiers in Plant Science*. 13: 889–988.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.889988>
- Stefanovic S., Krueger L., Olmstead R.G. 2002. Monophyly of the Convolvulaceae and circumscription of their major lineages based on DNA sequences of multiple chloroplast loci. — *American Journal of Botany*. 89(9): 1510–1522.
<https://doi.org/10.3732/ajb.89.9.1510>
- Stefanovic S., Kuzmina M., Costea M. 2007. Delimitation of major lineages within *Cuscuta* subgenus *Grammica* (Convolvulaceae) using plastid and nuclear DNA sequences. — *Am. J. Bot.* 94(4): 568–589.
- Stefanovic S., Olmstead R.G. 2004. Testing the Phylogenetic Position of a Parasitic Plant (*Cuscuta*, Convolvulaceae, Asteridae): Bayesian Inference and the Parametric Bootstrap on Data Drawn from Three Genomes. — *Systematic Biology*. 53(3): 384–399.
<https://doi.org/10.1080/10635150490445896>
- Takhtajan A. 2009. *Flowering Plants*. Second Edition. Netherlands. 872 p.
- Takhtajan A.L. 1964. *Osnovy evolyucionnoj morfologii pokrytosemnykh* [Fundamentals of evolutionary morphology of angiosperms]. Moscow–Leningrad. 236 p. (In Russ.).
- Takhtajan A.L. 1987. *Sistema magnoliofitov* [Magnoliophyte system]. Leningrad. 439 p. (In Russ.).
- Terekhin E.S. 1977. *Parazitnyye tsvetkovyye rasteniya: evolyutsiya ontogeneza i obraz zhizni* [Parasitic flowering plants: the evolution of ontogeny and lifestyle]. Leningrad. 220 p. (In Russ.).

- Terekhin E.S., Kotov V.A. Embryology of *Cuscuta japonica* (Cuscutaceae). — Bot. Zhurn. 73(2): 222–230 (In Russ.).
- Voroshilov V.N. 1966. Flora sovetskogo Dal'nego Vostoka (konspekt s tablicami dlya opredeleniya vidov) [Flora of the Soviet Far East (compendium with tables for identifying species)]. Moscow. 479 p. (In Russ.).
- Voroshilov V.N. 1982. Opredelitel' rasteniy sovetskogo Dal'nego Vostoka [Key to plants of the Soviet Far East]. Moscow. 672 p. (In Russ.).
- Voroshilov V.N. 1985. Spisok sosudistyh rastenij sovetskogo Dal'nego Vostoka. Floristicheskie issledovaniya v raznyh rajonah SSSR [List of vascular plants of the Soviet Far East. Floristic research in different regions of the USSR.]. Moscow. P. 139–200 (In Russ.).
- Welsh M., Stefanovic S., Costea M. 2010. Pollen evolution and its taxonomic significance in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae). — Plant Systematics and Evolution. 285: 83–101. <https://doi.org/10.1007/s00606-009-0259-4>
- Yuncker T.G. 1932. The genus *Cuscuta*. — Torrey Botanical Society. 18: 113–331.
- Zare G., Dönmez Ali.A. 2020. *Cuscuta campestris* Yunck. Morphology, anatomy and traditional use in Turkey. — Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy. 40(1): 1–10.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

НОВЫЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
ДЛЯ ФЛОРЫ ОСТРОВА САХАЛИН

© 2024 г. Н. Д. Сабирова^{1, *}, Р. Н. Сабиров^{1, **}

¹Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН
ул. Науки, 1-Б, Южно-Сахалинск, 693022, Россия

*e-mail: n.sabirova@imgg.ru

**e-mail: r.sabirov@imgg.ru

Поступила в редакцию 06.03.2024 г.
Получена после доработки 12.08.2024 г.
Принята к публикации 13.08.2024 г.

Для флоры острова Сахалин приведены сведения о 8 новых видах сосудистых растений: *Arthraxon langsdorffii* (Trin.) Hochst., *Carex neurocarpa* Maxim., *Clematis serratifolia* Rehder, *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muhl., *Dracocephalum charkeviczii* Prob., *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth, *Geranium maximowiczii* Regel et Maack, *Sisyrinchium septentrionale* Bicknell. Указываются места нахождения новых видов, краткие данные об их географическом распространении и условиях произрастания.

Ключевые слова: новые виды, сосудистые растения, флора, остров Сахалин

DOI: 10.31857/S0006813624080051, **EDN:** PBGBSG

Естественный растительный покров острова Сахалин в течение истекшего векового освоения и экстенсивного использования природных ресурсов существенно трансформирован. В наибольшей степени антропогенная трансформация растительности, достигающей в отдельных районах до 90%, наблюдается в южной части острова (Sabirov, 2021; Sabirov et al., 2021). Вследствие этого исходная зональная растительность, представленная преимущественно темнохвойными лесами, в настоящее время элиминирована или замещена различными вариантами вторичных сообществ. На нарушенных участках освобождаются ниши для появления и внедрения множества различных видов растений, прежде всего, не характерных для коренных сообществ. Чужеродные виды растений являются при этом своеобразными индикаторами антропогенной динамики растительного покрова, следовательно, выявление их представляется весьма актуальным. В этой связи в последние годы изучению чужеродных видов растений на о-ве Сахалин уделяется пристальное внимание (Sabirova, Sabirov, 2018; Lozhnikova et al., 2023a, b; и др.).

В ходе исследований современного состояния растительности и флоры южной части Сахалина

в 2019–2023 гг. нами обнаружены 8 новых видов для флоры острова. Выявленные виды не отражены во флористических работах, касающихся Сахалина (Opredelitel..., 1974; Voroshilov, 1966, 1982; Sosudistye..., 1985–1996; Barkalov, Taran, 2004; Flora..., 2006). Названия видов приведены в соответствии изданий (Sosudistye..., 1985–1996; Flora..., 2006) и с учетом сведений, приводимых в базе данных International Plant Names Index (IPNI). Флористические районы указаны по схеме районирования российского Дальнего Востока (РДВ) (Kharkevich, 1985). Собранные гербарные образцы растений хранятся в Гербарии Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (SAK), а дубликаты их переданы в Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН (LE) и доступны в Интернете.

Arthraxon langsdorffii (Trin.) Hochst. (сем. Poaceae). Новый вид для флоры о-ва Сахалин. Выявлен нами в нескольких районах южной части острова: 1) 46°38'04" N, 142°46'18" E, окрестности г. Корсакова, обочина дороги среди сельскохозяйственных угодий, 24 VIII 2019, LE 01276187; 2) 47°21'17" N, 142°48'25" E, Долинский р-н, окрестности пос. Березняки, окультуренные луга, 19 VIII 2021, LE 01276188; 3) 46°00'33" N,

142°42'36" Е, пос. Луговое, пустырь с разнотравьем за населенным пунктом, 27 VII 2022, LE 01276190; 4) 46°55'29" N, 142°38'41" Е, Анивский р-н, с. Троицкое, зарастающие сельскохозяйственные поля, 12 VIII 2023, LE 01276189. На территории РДВ отмечен в Нижне-Зейском, Буреинском и Уссурийском флористических районах (Probatova, 1985, 2006). На о-в Сахалин *A. langsdorffii* проник, очевидно, с семенами, которые входили в состав кормовых зерновых смесей.

Carex neurocarpa Maxim. (сем. Cyperaceae). Новый для флоры Сахалина восточноазиатский вид, выявленный нами в двух пунктах: 1) 46°59'10" N, 142°40'03" Е, окрестности г. Южно-Сахалинска, по периметру зарастающего сельскохозяйственного поля, в виде нескольких небольших сомкнутых группировок в составе сообщества с участием *Agrostis gigantea* Roth, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Dactylis glomerata* L., *Poa annua* L., *Vicia cracca* L. и др., 17 VIII 2019, LE 01276192; 2) 46°37'01" N, 142°54'00" Е, Корсаковский р-н, сырой луг в долине р. Мерея, 28 VIII 2021, LE 01276191. На территории РДВ встречается в Нижне-Зейском, Буреинском, Амгунском и Уссурийском флористических районах (Kozhevnikov, 1988, 2006), а вне России – в Японии, Китае (Ohwi, 1965). Находка *C. neurocarpa* свидетельствует о постепенном распространении его на новых территориях.

Clematis serratifolia Rehder (сем. Ranunculaceae). Новый заносный вид для флоры Сахалина: 1) 46°38'07" N, 142°46'12" Е, Корсаковский р-н, железнодорожная насыпь, 28 VII 2019, LE 01276195; 2) 46°89'00" N, 142°72'03" Е, окрестности пос. Хомутово, разнотравный луг, 10 VIII 2021, LE 01276194; 3) 46°92'00" N, 142°74'00" Е, пос. Большая Елань, железнодорожная насыпь, 08 VIII 2022, LE 01276193. Восточноазиатский вид, на территории РДВ приводится для Буреинского и Уссурийского флористических районов (Luferov, 1995), а также для Амурской области (Aistova, Kreshchenok, 2018). Наша находка и регистрация вида в нескольких пунктах на юге о-ва Сахалин свидетельствует о постепенном распространении *C. serratifolia* и закреплении на новых территориях. Вероятно, появление этого вида связано с непреднамеренным заносом семян. При этом железнодорожные магистрали служат своеобразными коридорами для проник-

новения и распространения вида, а придорожные насыпи – очагами начального зарастания.

Digitaria ischaetum (Schhreb.) Muhl. (сем. Роасеae). Новый для флоры Сахалина, выявленный в нескольких районах южной части острова: 1) 46°38'04" N, 142°46'18" Е, окрестности г. Корсакова, у границы сельскохозяйственного угодья, 24 VIII 2021, LE 01276199; 2) 46°59'05" N, 142°40'00" Е, г. Южно-Сахалинск, долина р. Суся, разнотравное луговое сообщество, 3 IX 2021, LE 01276198; 3) 46°59'36" N, 142°42'25" Е, окрестности г. Южно-Сахалинска, сельскохозяйственные поля, 27 VII 2022, LE 01276197; 4) 47°07'23" N, 142°71'54" Е, пос. Луговое, в посевах кормовых трав на окультуренных лугах, 12 VIII 2023, LE 01276196. В работе (Barkalov, Taran, 2004), подытоживающей результаты многолетнего изучения сахалинской флоры, как на основании собственных полевых сборов, так и анализа гербарных коллекций ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (VLA), Музея Хоккайдского университета (SAPS) и литературных источников, включая японских авторов, этот таксон для острова не указывается. На территории РДВ отмечен в Камчатском, Верхне-Зейском, Нижне-Зейском, Буреинском, Амгунском, Уссурийском, Южно-Курильском флористических районах (Probatova, 1985; Barkalov, 2009; Chernyagina et al., 2014), а вне России – в Японии (Ohwi, 1965). Наиболее вероятной причиной появления этого вида на Сахалине может быть непреднамеренный занос его семян.

Dracosephalum charkeviczii Prob. (сем. Lamiales). Выявлен нами в юго-западной части острова: 47°18'08" N, 142°59'24" Е, Холмский р-н, мыс Слепиковского, разнотравное сообщество на морской террасе, 29 VII 2022, LE 01276200. Корейско-японский вид, для флоры о-ва Сахалин достаточно редкое растение, ранее не приводился (Barkalov, Taran, 2004). На территории РДВ встречается в Уссурийском и Южно-Курильском флористических районах (Probatova, Krestovskaya, 1995; Barkalov, 2009). Обнаруженная ценопопуляция *D. charkeviczii* была в хорошем состоянии, растения находились в фазе цветения, произрастали совместно с *Dianthus superbus* L., *Geranium erianthum* DC., *Hemerocallis middendorffii* Trautv. et C.A. Mey., *Juniperus sargentii* (A. Henry) Takeda, *Lilium pensylvanicum* Ker-Gawl., *Potentilla stolonifera* Lehm. ex Ledeb., *Rosa rugosa* Thunb., *Scutellaria*

strigillosa Hemsl. и др. Установленное местонахождение является крайней северной точкой ареала данного вида.

Eriochloa villosa (Thunb.) Kunth (сем. Poaceae). Обнаружен на нескольких участках юга Сахалина: 1) 46°38'04" N, 142°46'18" E, Корсаковский р-н, по железнодорожному полотну, небольшая группировка, 24 VIII 2019, LE 01276185; 2) 46°57'25" N, 142°43'03" E, окрестности г. Южно-Сахалинска, на границе бывшего сельскохозяйственного угодья, 16 VIII 2022, LE 01276186; 3) 47°07'23" N, 142°71'54" E, пос. Луговое, зарастающий пустырь, 12 VIII 2023, LE 01276176. Однолетник с естественным ареалом, охватывающим Кавказ, Западную и Южную Азию, Дальний Восток, нередок в качестве сегетального сорняка в посевах риса, а также зерновых и пропашных культур (Bubnova, 1990). Для Сибири был отмечен полвека назад (Sergievskaia, 1961), позднее выявлен в Алтайском крае (Lomonosova, 2003) и в Томской области (Ebel et al., 2009). На территории РДВ отмечен в Нижне-Зейском, Буреинском и Уссурийском флористических районах (Probatova, 1985, 2006), а вне России – в Японии, Китае (Ohwi, 1965). Наиболее вероятным способом появления вида на о-ве Сахалин может быть непреднамеренный завоз семян в составе кормовых травосмесей.

Geranium maximowiczii Regel et Maack (сем. Geraniaceae). Выявлен впервые нами в окрестностях г. Южно-Сахалинска, западный макросклон г. Большевик, вторичный смешанный лес: 46°57'17" N, 142°47'34" E, 13 VIII 2023, LE 01276175. Восточноазиатский вид, отмечен в Даурском, Верхне-Зейском, Нижне-Зейском, Буреинском и Уссурийском флористических районах, за пределами России встречается в Китае, Корее (Tsyrenova, 1988). Находится на значительном удалении от всех ранее известных мест его произрастания на РДВ.

Sisyrinchium septentrionale Bicknell (сем. Iridaceae). Выявлен нами в нескольких районах южной части Сахалина: 1) 46°57'14" N, 142°46'24" E, г. Южно-Сахалинск, пригородные вторичные леса в ю.-в. части городской агломерации, 5 VIII 2020, LE 01276182; 2) 47°21'53" N, 142°43'33" E, пос. Ново-Александровск, разреженный ивово-ольховый лес в пойме р. Красносельская, 27 VII 2021, LE 01276183; 3) 46°27'03" N, 141°51'10" E, пос. Шебунино, Невельский р-н,

приморский разнотравный луг, 03 VIII 2023, LE 01276184. Фотоснимок вида, без гербарных сборов, произведен в 2017 г. в окрестностях г. Томари на открытой луговине у подножья сопки (Nesterova, 2019). Наши находки, подтвержденные гербарными сборами последних лет, указывают на дальнейшее распространение *S. septentrionale* на о-ве Сахалин. Североамериканский вид, ранее был обнаружен на РДВ как заносный, расселяется в Уссурийском и Южно-Курильском флористических районах, однако количество выявленных местонахождений пока невелико (Pavlova, 2006; Barkalov, 2009). На обнаруженных нами участках образует небольшие монодоминантные группировки, активно цветет. Одной из причин появления вида на о-ве Сахалин очевидно является преднамеренный завоз семян в качестве декоративного растения.

Таким образом, исследования, проведенные в последние годы, позволили выявить 8 новых видов для флоры о-ва Сахалин, а такие рода, как *Arthraxon* Beauv., *Digitaria* Hall., *Eriochloa* Kunth, *Sisyrinchium* L. указываются впервые для этого острова. Большинство выявленных видов произрастают во вторичных растительных сообществах и трансформированных ландшафтах, являются чужеродными. Общее, вполне благополучное состояние ценопопуляций выявленных видов, активное цветение и распространение свидетельствует о процессах успешной натурализации их на острове.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проводились в рамках реализации государственного задания ИМГиГ ДВО РАН по темам: “Влияние природных факторов и хозяйственной деятельности на биоразнообразие и компоненты экосистем в условиях активных геодинамических зон Сахалина и Курильских островов” и “Экологическое состояние геосистем Сахалина и Курильских островов в условиях природных и антропогенных стрессовых факторов”. При выполнении работы были использованы также материалы Гербария сосудистых растений ИМГиГ ДВО РАН (SAK).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[Aistova, Kreshchenok] Аистова Е.В., Крещенок И.А. 2018. Расширение ареала *Clematis serratifolia* на Дальнем Востоке России. — Известия Иркутского гос. ун-та. Серия: Биология. 23: 23–31.

- [Barkalov, Taran] Баркалов В.Ю., Таран А.А. 2004. Список видов сосудистых растений острова Сахалин. — В кн.: Растительный и животный мир острова Сахалин. Ч. 1. Владивосток. С. 39–66.
- [Barkalov] Баркалов В.Ю. 2009. Флора Курильских островов. Владивосток. 468 с.
- [Bubnova] Бубнова С.В. 1990. *Eriochloa* Kunth — Шерстняк. — Флора Сибири. Т. 2. Новосибирск. С. 238–239.
- [Chernyagina et al.] Черныгина О.А., Штрекер Л., Деятова Е.А. 2014. Адвентивные виды во флоре полуострова Камчатка. — В кн.: XIV Междунар. науч. конф. “Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей”. Петропавловск-Камчатский. С. 113–121.
- [Ebel et al.] Эбель А.Л., Шереметова С.А., Буко Т.Е. 2009. Флористические находки в бассейне Томи (Западная Сибирь). — Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 114. Вып. 3. С. 65–67.
- [Flora...] Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию “Сосудистые растения советского Дальнего Востока”. 2006. Т. 1–8 (1985–1996). Владивосток. 456 с.
- International Plant Names Index. Published on the Internet. <http://www.ipni.org> (accessed 05.06.2024)
- [Kharkevich] Харкевич С.С. 1985. Флористические районы советского Дальнего Востока. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1. Л. С. 20–22.
- [Kozhevnikov] Кожевников А.К. 1988. Сытевые — *Syringaceae* Juss. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 3. Л. С. 175–403.
- [Kozhevnikov] Кожевников А.К. 2006. Сытевые — *Syringaceae* Juss. — В кн.: Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию “Сосудистые растения советского Дальнего Востока”. Т. 1–8 (1985–1996). Владивосток. С. 290–326.
- [Lomonosova] Ломоносова М.Н. 2003. Шерстняк — *Eriochloa* Kunth. — Определитель растений Алтайского края. Новосибирск. С. 583.
- [Lozhnikova et al.] Ложникова О.О., Сабирова Н.Д., Сабиров Р.Н. 2023a. Новые чужеродные виды сосудистых растений во флоре острова Сахалин. — *Turczaninowia*. 25(4): 52–58.
- [Lozhnikova et al.] Ложникова О.О., Сабирова Н.Д., Сабиров Р.Н. 2023b. Новые виды чужеродных растений во флоре острова Сахалин. — *Бот. журн.* 108(4): 383–387.
- [Luferov] Луферов А.Н. 1995. Ломонос — *Clematis* L. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 7. СПб. С. 96–100.
- [Nesterova] Нестерова С. 2019. Изображение *Sisyrinchium montanum* Greene. — *Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений*. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/637962.html> (дата обращения 05.06.2024)
- Ohwi J. 1965. *Flora of Japan*. Washington. 1067 p.
- [Opredelitel...] Определитель высших растений Сахалина и Курильских островов. 1974. Л. 372 с.
- [Pavlova] Павлова Н.С. 2006. Голубоглазка — *Sisyrinchium* L. — В кн.: Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию “Сосудистые растения советского Дальнего Востока”. Т. 1–8 (1985–1996). Владивосток. С. 277.
- [Probatova] Пробатова Н.С. 1985. Мятликовые — *Poaceae* Barnh. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1. Л. С. 89–382.
- [Probatova] Пробатова Н.С. 2006. Мятликовые — *Poaceae* Barnhart. — В кн.: Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию “Сосудистые растения советского Дальнего Востока”. Т. 1–8 (1985–1996). Владивосток. С. 327–391.
- [Probatova, Krestovskaya] Пробатова Н.С., Крестовская Т.В. 1995. Яснотковые — *Lamiaceae* Lindl. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 7. СПб. С. 294–379.
- Sabirov R.N. 2021. The role of anthropogenic factors in forests transformation of Southern Sakhalin. — *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 946. 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/946/1/012044>
- Sabirov R.N., Melkiy V.A., Verkhoturov A.A. 2021. Analysis transformation of forests of the Southern Sakhalin by remote sensing data using geoinformation technologies. — *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 806. 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/806/1/012027>
- [Sabirova, Sabirov] Сабирова Н.Д., Сабиров Р.Н. 2018. Новые адвентивные виды во флоре Сахалина. — *Бот. журн.* 103(7): 930–933.
- [Sergievskaya] Сергиевская Л.П. 1961. Флора Западной Сибири. Т. 12. Ч. 1. Томск. С. 3071–3255.
- [Sosudistye...] Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1–8. 1985–1996. Л.; СПб.
- [Tsyrenova] Цыренова Д.Ю. 1988. Гераниевые — *Geraniaceae* Juss. — В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 3. Л. С. 140–150.
- [Voroshilov] Ворошилов В.Н. 1966. Флора советского Дальнего Востока. М. 470 с.
- [Voroshilov] Ворошилов В.Н. 1982. Определитель растений советского Дальнего Востока. М. 674 с.

SPECIES OF VASCULAR PLANTS NEW FOR
THE FLORA OF SAKHALIN ISLANDN. D. Sabirova^{1, *}, R. N. Sabirov^{1, **}¹*Institute of Marine Geology and Geophysics of FEB RAS
Nauki Str., 1-B, Yuzhno-Sakhalinsk, 693022, Russia*

*e-mail: n.sabirova@imgg.ru

**e-mail: r.sabirov@imgg.ru

The information is given on 8 species of vascular plants new for the flora of Sakhalin Island: *Arthraxon langsdorffii* (Trin.) Hochst., *Carex neurocarpa* Maxim., *Clematis serratifolia* Rehder, *Digitaria ischaemum* (Schreb.) H.L. Muehl., *Dracocephalum charkeviczii* Prob., *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth, *Geranium maximowiczii* Regel et Maack., and *Sisyrinchium septentrionale* E.P. Bicknell. The localities of the newly found species are indicated, brief data on their geographical distribution and growing conditions are presented.

Keywords: new species, vascular plants, flora, Sakhalin Island

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was carried out within the framework of the implementation of the state assignment of the IMGG FEB RAS on the projects “The influence of natural factors and economic activity on biodiversity and ecosystem components in the conditions of active geodynamic zones of Sakhalin and the Kuril Islands”, and ‘A comprehensive assessment of the impact of environmental factors on the geosystems of Sakhalin and the Kuril Islands’. The materials of the Herbarium of Vascular Plants of IMGG FEB RAS (SAK) were also used when performing the work.

REFERENCES

- Aistova E.V., Kreshchenok I.A. 2018. Expansion of the Range of *Clematis serratifolia* in the Russian Far East. — Bulletin of Irkutsk State University. Biology. 23: 23–31 (In Russ.).
- Barkalov V.Yu., Taran A.A. 2004. A checklist of vascular plants of Sakhalin Island. — In: Rastitelnyi i zhivotnyi mir ostrova Sakhalin. Ch. 1 [The flora and fauna of Sakhalin Island. Part 1]. Vladivostok. P. 39–66 (In Russ.).
- Barkalov V.Yu. 2009. Flora Kurilskih ostrovov [Flora of the Kuril Islands]. Vladivostok. 468 p. (In Russ.).
- Bubnova S.V. 1990. *Eriochloa* Kunth. — In: Flora Sibiri [Flora of Siberia]. Vol. 2. Novosibirsk. P. 238–239 (In Russ.).
- Chernyagina O.A., Strecker L., Devyatova E.A. 2014. Adventive species of the flora of the Kamchatka Peninsula. — In: Abstracts of the XIV international scientific conference “Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters. Petropavlovsk-Kamchatsky. P. 113–121 (In Russ.).
- Ebel A.L., Sheremetova S.A., Buko T.E. 2009. Floristic finds in the Tom basin (Western Siberia). Byulleten MOIP. Otdel biologicheskii [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series]. 114(3): 65–67 (In Russ.).
- Flora rossuiskogo Dalnego Vostoka: Dopolneniya i izmeneniya k izdaniyu “Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka”. [Flora of the Russian Far East: Additions and changes to the edition “Vascular plants of the Soviet Far East”]. Vol. 1–8 (1985–1996)]. 2006. Vladivostok. 456 p. (In Russ.).
- International Plant Names Index. Published on the Internet. <http://www.ipni.org> (accessed 05.06.2024)
- Kharkevich S.S. 1985. Floristicheskiye rayony Sovetskogo Dalnego Vostoka [Floristic regions of the Soviet Far East]. — In: Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka. Vol. 1. Leningrad. P. 20–22 (In Russ.).
- Kozhevnikov A.E. 1988. *Cyperus* L. — In: Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. Vol. 3. Leningrad. P. 215–219 (In Russ.).
- Kozhevnikov A.E. 2006. *Cyperaceae* Juss. — In: Flora rossuiskogo Dalnego Vostoka: Dopolneniya i izmeneniya k izdaniyu “Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka” [Flora of the Russian Far East: Additions and changes to the edition “Vascular plants of the Soviet Far East”]. Vol. 1–8 (1985–1996)]. Vladivostok. P. 290–326 (In Russ.).
- Lomonosova M.N. 2003. *Eriochloa* Kunth. In: Opredelitel rasteniy Altayskogo kraya [Key to plant identification of Altayskiy kraj]. Novosibirsk. P. 583 (In Russ.).
- Lozhnikova O.O., Sabirova N.D., Sabirov R.N. 2023a. New alien species of vascular plants for the flora of Sakhalin Island. — Turczaninowia. 25 (4): 52–58 (In Russ.).
- Lozhnikova O.O., Sabirova N.D., Sabirov R.N. 2023b. New species of alien plants in the flora of the Sakhalin Island. — Bot. Zhurn. 108 (4): 383–387 (In Russ.).
- Luferov A.N. 1995. *Lomonos* — *Clematis* L. — In: Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka [Vascular

- plants of the Soviet Far East]. Vol. 7. St. Petersburg. P. 96–100 (In Russ.).
- Nesterova S. 2019. Image of *Sisyrinchium montanum* Greene. — Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/637962.html> (accessed 05.06.2024)
- Ohwi J. 1965. Flora of Japan. Washington. 1067 p.
- Oprelidelitel vysshikh rasteniy Sakhalina i Kurilskikh ostrovov. 1974 [Keys to higher plants of Sakhalin and Kuril Islands]. Leningrad. 372 p. (In Russ.).
- Pavlova N.S. 2006. Goluboglazka — *Sisyrinchium* L. — In: Flora rossuiskogo Dalnego Vostoka: Dopolneniya i izmeneniya k izdaniyu “Sosudistye rasteniya sovetetskogo Dalnego Vostoka” [Flora of the Russian Far East: Additions and changes to the edition “Vascular plants of the Soviet Far East”]. Vol. 1–8 (1985–1996)]. Vladivostok. P. 277 (In Russ.).
- Probatova N.S. 1985. Poaceae Barnh. — In: Sosudistye rasteniya sovetetskogo Dalnego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. Vol. 1. Leningrad. P. 89–382 (In Russ.).
- Probatova N.S. 2006. Poaceae Barnhart. — In: Flora rossuiskogo Dalnego Vostoka: Dopolneniya i izmeneniya k izdaniyu “Sosudistye rasteniya sovetetskogo Dalnego Vostoka” [Flora of the Russian Far East: Additions and changes to the edition “Vascular plants of the Soviet Far East”]. Vol. 1–8 (1985–1996)]. Vladivostok. P. 327–391 (In Russ.).
- Probatova N.S., Krestovskaya T.V. 1995. Lamiaceae (Labiatae). — In: Sosudistye rasteniya sovetetskogo Dalnego Vostoka [Vascular Plants of the Soviet Far East]. Vol. 7. St. Petersburg. P. 294–379 (In Russ.).
- Sabirov R.N. 2021. The role of anthropogenic factors in forests transformation of Southern Sakhalin. — IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 946. 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/946/1/012044>
- Sabirov R.N., Melkiy V.A., Verkhoturov A.A. 2021. Analysis transformation of forests of the Southern Sakhalin by remote sensing data using geoinformation technologies. — IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 806. 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/806/1/012027>
- Sabirova N.D., Sabirov R.N. 2018. New adventive species in the flora of Sakhalin. — Bot. Zhurn. 103(7): 930–933 (In Russ.).
- Sergievskaia L.P. 1961. Flora Zapadnoy Sibiri [Flora of Western Siberia]. Vol. 12. Part 1. Tomsk. P. 3071–3255 (In Russ.).
- Sosudistye rasteniya Sovetskogo Dalnego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. Vol. 1–8. 1985–1996. Leningrad; St. Petersburg (In Russ.).
- Tsyrenova D.Yu. 1988. Geraniaceae Juss. — In: Sosudistye rasteniya sovetetskogo Dalnego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. Vol. 3. Leningrad. P. 140–150 (In Russ.).
- Voroshilov V.N. 1966. Flora sovetetskogo Dalnego Vostoka [Flora of the Soviet Far East]. Moscow. 470 p. (In Russ.).
- Voroshilov V.N. 1982. Oprelidelitel rasteniy sovetetskogo Dalnego Vostoka [Plants of the Soviet Far East]. Moscow. 674 p. (In Russ.).

МЕТОДИКА БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БАЗА ДАННЫХ “ЛОКАЛЬНЫЕ ФЛОРЫ РОССИИ”
В ОТКРЫТОМ ДОСТУПЕ

© 2024 г. А. П. Серёгин^{1,*}, Д. А. Бочков¹, К. Ю. Марченкова², Я. О. Магазов³,
С. В. Дудов¹, В. В. Чепинога^{4,5}

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Ленинские горы, 1, Москва, 119991, Россия

²Централизованная библиотечная система г. Сельцо, Брянской области
Ул. Куйбышева, 30, Сельцо, Брянская обл., 241550, Россия

³Центр детско-юношеского туризма “Космос” г. Челябинска
Ул. Кулибина, 54, Челябинск, 454085, Россия

⁴Ганноверский университет им. Лейбница
Нинбургерштрассе, 17, Ганновер, 30167, Германия

⁵Иркутский государственный университет
Ул. Карла Маркса, 1, Иркутск, 664003, Россия

*e-mail: botanik.seregin@gmail.com

Поступила в редакцию 17.04.2024 г.

Получена после доработки 04.08.2024 г.

Принята к публикации 13.08.2024 г.

Для целей создания “Атласа флоры России” мы перевели в электронный вид флористические списки, опубликованные в 636 источниках с 1975 по 2023 г. Предпочтение мы отдавали полным флористическим спискам, но для некоторых территорий с низкой плотностью данных источниками информации служили также парциальные флоры, маршрутные наблюдения, описания и обзоры растительности, а в отдельных случаях — разрозненные публикации с флористическими находками. На 04.04.2024 база данных “Локальные флоры России” (точка доступа в GBIF, doi:10.15468/rxtjt2) содержит 682130 записей о находках отдельных видов из 3297 географических пунктов. Для всех видов в пределах каждого флористического списка указаны общие географические координаты и точность геопривязки. Средняя точность геопривязки составляет 28 км. Открытый доступ к базе обеспечен через GBIF, что позволяет пользователям скачивать ее целиком или по частям в табличном виде. База продолжает наполняться новыми источниками.

Ключевые слова: пространственные данные, география растений, библиография, сосудистые растения

DOI: 10.31857/S0006813624080062, **EDN:** PBFLBK

Перевод сведений, ранее опубликованных в литературе, в формат баз данных получил широкое распространение в последнее время в разных областях науки, поскольку только электронные данные поддаются затем быстрой и эффективной обработке. Фактически, в подавляющем большинстве областей современной науки основное рабочее время исследователь проводит за монитором компьютера. В электронный вид переводятся архивы, библиотеки, музейные каталоги, научно-справочный аппарат, полевые записи. Процесс перевода данных (в частности, по био-

разнообразию) из аналогового вида в электронный получил название “мобилизация данных” (Nelson, Ellis, 2019).

Данные о биоразнообразии накапливают миллионы профессиональных исследователей и любителей природы по всему миру. Этот процесс затронул и флору России. В последнее время стало правилом хорошего тона выкладывать первичные электронные данные о встречах отдельных видов растений, грибов и животных в открытый доступ через интернет. В подавляющем большинстве случаев это так или иначе делается через воз-

возможности, предоставляемые Global Biodiversity Information Facility (GBIF, <https://www.gbif.org/>) (Global..., 2024).

В январе 2022 г. мы проанализировали информацию, имеющуюся в GBIF, на предмет возможности создания на ее основе сеточных карт для “Атласа флоры России” и их дальнейшего пространственно-статистического анализа. Стало ясно, что большие массивы имевшихся к тому моменту электронных данных — такие как iNaturalist (iNaturalist contributors, iNaturalist, 2024), Гербарий Московского университета (Seregin, 2024), оцифрованные значковые карты из “Флоры Сибири” (Artemov, Egorova, 2021) и др. — формируют диспропорциональную картину покрытия с преобладанием находок из регионов с высокой плотностью населения, которые охватывают центр и юг европейской части, Крым, Кавказ, юг Урала, неширокою полосу на юге Сибири и Дальнего Востока. Напротив, для обширных территорий Европейского Севера, таежной зоны Сибири, горных узлов Забайкалья, Охотии и Северо-Востока, большинства регионов Дальнего Востока покрытие электронными данными, имеющимися в GBIF, было чрезвычайно низким.

Массовая оцифровка флористических списков из опубликованных источников стала разумным ответом на этот вызов. Целью этой работы, прежде всего, стало закрытие белых пятен в электронных массивах данных с помощью сведений из литературы по флоре России. С другой стороны, целью этой работы стало создание единой точки доступа к унифицированным флористическим данным, опубликованным в разных форматах в сотнях статей, монографий, сборниках и диссертациях. Ключевыми задачами для достижения этой цели стали: (1) поиск источников и их сканирование (если это не было сделано ранее); (2) разработка протокола безошибочного распознавания списков видов и их перевод в формат электронных таблиц; (3) геопривязка списков; (4) публикация массивов оцифрованных данных в GBIF, отслеживание и исправление выявляемых ошибок; (5) создание библиографического списка оцифрованных источников.

В целом оцифровка литературы как отдельного типа данных пока заметно отстает от таких типов данных как оцифрованные гербарные образцы и фотонаблюдения. Так, ведущим массивом электронных данных по флоре России в GBIF

являются сведения из проекта “Флора России” на платформе iNaturalist (Seregin et al., 2020). На 17.04.2024 он охватывает 3.29 млн фотонаблюдений. Большинство верифицированных наблюдений в этом источнике происходит из Московской области, Москвы, Иркутской области, Крыма, Брянской области, Свердловской области и других регионов.

По оцифрованным гербарным образцам в GBIF с территории России выделяются Гербарий Московского университета (MW; 692 тыс.) и Гербарий Главного ботанического сада РАН (МНА; 140 тыс.) (Seregin, 2024; Seregin, Stepanova, 2024). Также в GBIF поступают данные из NS, NSK, ALTB, IRKU, VOR, KUZ, TUL и других гербариев. Оцифровка ведется также в LE, SVER, VBG, ABGI, но их данные в GBIF не отправляются.

Что касается GBIF-массивов, основанных на сведениях из литературы, то крупнейшими из них являются массив оцифрованных точек с карт “Флоры Сибири” (Artemov, Egorova, 2021) общим объемом 170 тыс. записей по 2569 видам. Позднее для целей “Атласа флоры России” был создан массив оцифрованных точек с карт многотомника “Сосудистые растения Советского Дальнего Востока” (Pospelov, Seregin, 2023a, b) общим объемом 157 тыс. записей по 4142 видам.

Ранее мы создали и опубликовали в GBIF пробный массив данных по двенадцати локальным флорам Европейской России, который был основан на опубликованных оригинальных флористических списках различного исходного формата (Seregin, 2021a, b). Это позволило отладить протоколы работы с текстовыми данными, протестировать автоматический и полуавтоматический парсинг текста для перевода списков в табличный вид, проверить возможности и ограничения GBIF в практической стандартизации номенклатуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Поиск источников и их сканирование

Корпус источников состоит из пяти неравных блоков, каждый из которых обладает своей спецификой: (1) статьи в журналах, (2) монографии, (3) электронные источники (базы данных), (4) главы и статьи в сборниках, (5) диссертации. Именно широкое развитие оцифровки (сканирования) литературы в последние годы и ее до-

ступность в интернете стала рациональной основой для скорого и эффективного выполнения нашего исследования. Не более 10% источников мы в итоге взяли в бумажном виде — все остальное было найдено в Интернете.

1.1. Статьи в журналах. Целенаправленно были целиком проработаны архивы основных тематических журналов, которые публикуют полные флористические списки: “Ботанический журнал” (в основном, списки по Арктике), “Комаровские чтения” (по Дальнему Востоку), “Фиторазнообразие Восточной Европы” (по Европейской России). Реже публикуют списки журналы “Turganinowia”, “Растительный мир Азиатской России”, “Ботанические исследования Сибири и Казахстана”, а также “Труды Карельского научного центра РАН”. Архивы других журналов целенаправленно не прорабатывались, отдельные статьи из них мы включали в базу по результатам тематического поиска.

1.2. Монографии. Основой поиска монографий и сборников стала электронная библиотека “Флора и фауна”, основанная А.Б. Шипуновым (<https://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>) (Fundamentalnaya..., 2024). Отсутствующие там книги, как правило, были в фондах ведущих библиотек Москвы (МГУ, РГБ) или были получены в электронном виде от коллег по нашим запросам. Списки литературы из обзорных монографий мы аккуратно изучали на предмет выявления редких и (или) подзабытых источников.

1.3. Электронные источники (базы данных). Списки видов отдельных заповедников, национальных парков и государственных заказников мы изначально взяли с портала-агрегатора “ООПТ России” (<http://www.oopt.aari.ru/>) (ООПТ, 2024). Общий объем исходных записей составил 70.5 тыс. единиц (строк), однако затем мы последовательно меняли их на изданные списки флор отдельных ООПТ. На 04.04.2024 на этот источник приходится 39.6 тыс. записей. Работа по замене данных агрегатора на списки из первоисточников продолжается.

Семь списков локальных флор для закрытия отдельных “белых пятен” мы взяли с сайта “Флора Таймыра” (<http://byrranga.ru/>) (Flora..., 2007–2024). Основой этого источника послужили материалы, собранные для монографии “Флора сосудистых растений Таймыра” (Pospelova, Pospelov, 2007) ее авторами в течение более чем

30-летних полевых работ, а также долгой и кропотливой работы с литературными источниками и гербарными материалами.

Кроме того, в нашем распоряжении имелась неопубликованная ранее база данных по флоре Крыма (около 10 тыс. записей), созданная ранее А. П. Серегиним на основе оцифровки десяти списков локальных флор отдельных урочищ и ООПТ.

1.4. Главы и статьи в сборниках, а также случайные статьи из непрофильных журналов и материалов конференций отслеживались преимущественно путем поиска по ключевым словам в специализированных поисковых системах, а также сплошным просмотром некоторых тематических сборников с подходящими заголовками. В целом именно корпус сборников, по всей видимости, может дать дополнительные источники, которые пока оказались вне поля нашего внимания.

1.5. Диссертации. Это ценнейший источник информации для “Атласа флоры России”. Некоторые диссертации по флористике и ботанической географии содержали обширный объем первичных сведений по флорам отдельных пунктов, который так и не был в дальнейшем опубликован. Диссертации последних лет находятся в открытом доступе на сайтах диссертационных советов. Тексты диссертаций 1995–2010 гг. мы заказывали в электронном виде, а более старые диссертации брали в диссертационном фонде РГБ.

По мере накопления данных и закрытия основных пространственных лакун на карте, мы проводили дополнительный поиск локальных и региональных источников для обеспечения равномерного покрытия данными.

Постепенно мы выработали основные принципы отбора источников для дальнейшей оцифровки. Общие требования к спискам таковы:

- список должен быть опубликован (диссертации — единственное исключение, когда мы брали источник с пометкой “На правах рукописи”);
- списки берутся строго из первоисточников (если автор присылал нам авторский набор статьи, мы сравнивали его с итоговым сканом работы);
- работы до 1974 г. пока не рассматриваются (причиной такого решения стало появление

сводов С. К. Черепанова (Czerepanov, 1973, 1981, 1995), ставших стандартом номенклатуры большинства работ, в то время как более старые публикации регулярно содержат архаичную номенклатуру);

- линейная протяженность выдела не более 200 км, т. е. радиус точности привязки должен быть менее 100 км (исключение делалось для работ, которые включали объекты как больше, так и меньше этой размерности);

- отсутствие кластерности (например, по заповедникам, которые состоят из нескольких участков, мы брали только списки по отдельным участкам, а не общий список для всего заповедника);

- предпочтение отдавалось полным флористическим спискам (однако в дальнейшем для территорий с небольшой плотностью данных источниками первичной информации служили парциальные флоры, описания и обзоры растительности, маршрутные наблюдения, а в исключительных случаях — публикации с флористическими находками).

Впрочем, исходя из плотности имевшихся данных, подход к этим пунктам общих требований был гибким. Так, например, для Якутии порог возраста публикаций был снижен до 1963 г. (Lukicheva, 1963; Buks, 1964; Kildyushevsky, 1964).

2. Перевод списков в формат электронных таблиц

Ключевым техническим этапом стала разработка протокола безошибочного распознавания и перевода списков в электронный вид. Мы располагали тремя типами исходных данных: (1) pdf-файлы публикаций (макеты от издателей); (2) сканы (pdf или djvu) со слоем распознанного текста; (3) сканы (pdf или djvu) без такого слоя. Для третьего типа распознанный слой мы создавали самостоятельно методами OCR (оптического распознавания символов), поэтому дальнейшая работа велась либо с pdf-макетами, либо с распознанным текстом.

Кроме того, публикации с флористическими списками зачастую имеют разную структуру представления данных: список видов через запятую; список видов в столбик; аннотированный список; таблица. Каждый из этих типов может быть дополнительно снабжен русскими названиями, указаниями экологических и географических групп,

распределением видов по отдельным пунктам, описанием местообитаний, ссылками на образцы и литературу и т. п. Все это создает довольно пеструю массу способов изложения флористической информации в публикациях, а потому единых (шаблонных) решений при переводе текста в электронный табличный формат у нас не было.

Парсинг — это процесс перевода исходного текста в таблицу (Jain et al., 2020). В целом каждая строка делилась пробелами на отдельные слова. После этого легко вычленились такие обязательные элементы как название рода (или его сокращение до первой буквы), видовой эпитет, авторы таксона, а также (при наличии) ранг внутривидового таксона и внутривидовой эпитет. В аннотированных списках латинское название с авторами таксона, как правило, отделено от самой аннотации тире, двоеточием или другими повторяющимися и легко вычленимыми элементами. После разделения текста на смысловые элементы они записывались в стандартные поля базы, а сокращенные родовые названия заменялись на полные.

Несколько иначе обстояло дело с парсингом опубликованных таблиц. Как правило, столбик с названиями переводился в поля таблицы отдельно от географического блока. Затем оцифровывались столбики с распространением таксонов — автоматически, полуавтоматически или вручную в зависимости от формата и качества исходного набора таблицы в скане публикации.

В отечественных публикациях с флористическими списками имеется как латиница (названия таксонов), так и кириллица (аннотации). При OCR регулярно происходит неконтролируемая замена сходных латинских символов на кириллические и обратно (*a, e, o, p, c* и т. п.). Та же проблема есть и в pdf-макетах статей. Итоговая таблица с латинскими названиями автоматически проверялась на отсутствие кириллических элементов, сходные символы менялись на латиницу.

Кроме того, в обязательном порядке мы отмечали заносные и (или) культурные виды, если это в явном виде отмечали авторы исходной публикации.

3. Геопривязка списков

Для всего списка каждой описанной флоры указываются одни и те же координаты, соответ-

ствующие центроиду работ. Как правило, каждая публикация содержит исчерпывающие описания географических границ выявленной флоры, длины радиальных выходов при работе на стационаре или карту района работ. Ключевым параметром, который также учитывается в нашей базе для каждой записи, является “точность”, т. е. радиус круга, охватывающего без остатка территорию исследования. Например, для всех видов из списка флоры Сохондинского заповедника (Vasilchenko, 2003) указаны координаты 49.7216° с.ш., 111.0230° в.д. и точность привязки 35000 м.

Описанное разнообразие представления флористических списков в публикациях усложняется и всевозможным характером представления географических данных. Если в публикации суммируются сведения по нескольким локальным флорам или отдельным районам исследований, то указание на встречу вида в том или ином пункте (районе) может быть дано разными абзацами аннотации, цифровым кодом, явным текстовым указанием пункта, значком, шрифтом (курсив, полужирный, подчеркнутый) или плюсиком в таблице. Таким образом, одна публикация может давать несколько итоговых списков. Например, во “Флоре Курильских островов” (Barkalov, 2009) в тексте аннотаций указано распространение 1411 видов сосудистых растений по 31 острову Курильской гряды. Это в общей сложности 7813 отдельных указаний видов с точностью до острова. При этом точность привязки различна — от 300 м на острове Сторожевой до 107000 м на острове Итуруп.

В некоторых случаях авторы не приводили описания мест сбора материала, однако давали карту с пунктами работ. Например, 108 пунктов работ в окрестностях Магадана (Belikovitch, Galanin, 1992) или 34 пункта в Аяно-Майском районе Хабаровского края (Charkevicz et al., 1983). Растровые карты из оригинальных публикаций мы привязывали в ГИС-пакете к реальным координатам с учетом исходных проекций, а затем в базу записывали координаты каждого пункта работ в отдельности.

Если в публикации имелась “матрешка” из общего списка какой-либо флоры и детализация распространения по отдельным стандартным пунктам, то мы, по возможности, использовали именно подробные указания. Например,

для флоры окрестностей Диксона (Matveyeva, Zanolkha, 2017) в табличном виде приводится распространение видов как для острова Диксон, так и для нескольких пунктов на материке, отмеченных на спутниковом снимке. Для базы мы оцифровали флористический список для каждого из этих пунктов. Сходным образом отмечено распространение видов для 35 пунктов в пределах локальной флоры острова Русский в Приморье (Nedoluzhko, Denisov, 2001), 28 пунктов Верхнего Анадыря на Чукотке (Polezhayev, Berkutenko, 1982) и ряда других.

Помимо списков локальных флор и территорий сходной размерности, маршрутных точек, мы постепенно стали включать в базу сведения о распространении видов по административным и природным районам, принятым в различных региональных флорах. Например, это сведения о распространении видов по 13 природным районам Дагестана (Murtazaliev, 2009), 21 административному району Ивановской области (Shcherbakov et al., 2022), четырем отрезкам Черноморского побережья Кавказа (Zernov, 2002) и проч. Список привязывается к центроиду такого района, а параметр точность “накрывает” весь район кругом соответствующего радиуса. Это позволило получить равномерную флористическую информацию с давно освоенных территорий, на которых метод локальных флор не получил распространения (Кавказ, Средняя Россия, юг Европейской России, Урал, горы юга Сибири).

4. Размещение массива оцифрованных данных в GBIF

Мы использовали инструментарий GBIF для решения нескольких взаимосвязанных задач: (1) автоматическая стандартизация номенклатуры по внешнему источнику; (2) картографическая визуализация данных; (3) открытый доступ к базе; (4) стандартный формат выходных данных для дальнейшей работы над “Атласом флоры России”. Первый вариант массива данных (Bochkov, Seregin, 2024) был опубликован 16.01.2022 г., а затем многократно обновлялся по мере добавления новых оцифрованных списков.

4.1. Стандартизация номенклатуры. Технологии искусственного интеллекта и мягкого поиска семантических соответствий позволяют надежно связывать разнообразные орфографические варианты названий (и особенно авторов таксонов) со

стандартным названием в GBIF. Это позволило нам не заниматься длительной сверкой вариантов написания, которые автоматически привязывались к единственной записи.

Кроме того, наличие таксономического хребта GBIF (GBIF Secretariat, 2023), включающего как принятые названия, так и синонимы, позволило в автоматическом режиме добиться структурирования массива названий. “Невставшие” названия в случае необходимости мы исправляли вручную. Ключевой проблемой таксономии GBIF остается случай с гибридными формулами, которые не привязываются к родительским таксонам и не имеют отдельной точки входа (например, *Potentilla elegans* × *P. gelida* или *Rhinanthus groenlandicus* × *R. minor*). Для гибридов с бинарными названиями (например, *Calamagrostis* × *andrejewii* Litv. или *Drosera* × *obovata* Mert. et W.D.J. Koch) такой проблемы нет.

Небольшое число списков (например, Matveyeva, 1998) опубликованы без указания авторов таксонов. В редких случаях при наличии омонимов автоматическая привязка некоторых названий становилась невозможной — здесь мы добавляли авторов таксонов полуавтоматически, используя другие списки.

4.2. Картографическая визуализация данных. Ценный инструмент GBIF заключается в автоматизации создания карт. Это позволило нам контролировать и устранять случайные ошибки в геопривязке отдельных списков (например, по отлетам в ареалах отдельных видов), постепенно пополнять источниками незаполненные квадраты на разном масштабе агрегации данных, а также намечать места будущих полевых работ.

4.3. Открытый доступ к базе. База данных изначально задумывалась как открытый источник информации. Весь объем оцифрованных сведений доступен пользователям как по отдельным записям (поиск по таксонам, географическим выделам, отдельным точкам, произвольным выделам на карте и пр.), так и в виде полноценных табличных выгрузок в формате Darwin Core. За два года GBIF-выгрузки из нашей базы были процитированы с помощью doi 121 раз.

Доступ к базе на данный момент осуществляется только через GBIF (doi:10.15468/rxtjt2). Зарегистрированный пользователь может скачать табличный вариант данных (формат csv) с переменными и константами, описанными в разделе

“Результаты”. Незарегистрированный пользователь также может использовать для поиска поля поисковых форм GBIF в двух вариантах: простой поиск (14 полей) или расширенный поиск (92 поля). Выборки, полученные в результате заполнения поисковых форм, могут быть скачаны в табличном формате.

Кроме того, онлайн-работа с фильтрами позволяет получить разнообразные варианты картографической визуализации оцифрованных нами данных как отдельно по базе данных “Локальные флоры России”, так и в целом по всему массиву GBIF-данных.

4.4. Работа со стандартным форматом выходных данных. “Пропуская” базу данных через GBIF, мы добиваемся стыковки наших электронных данных с другими GBIF-источниками (например, Artemov, Egorova, 2021; iNaturalist contributors, iNaturalist, 2024; Seregin, 2024; Seregin, Stepanova, 2024 и множеством других). Именно GBIF-выгрузки в итоге положены в основу “Атласа флоры России”.

5. Создание библиографического списка оцифрованных источников

Эта работа шла параллельно оцифровке списков из самих источников. К сожалению, формат журнальной статьи не позволяет привести список 636 источников (на 04.04.2024), использованных при создании базы данных “Локальные флоры России”. В самой базе ссылка дается кратко (автор — год) для каждой записи.

Библиографический список оцифрованных источников ведется нами в табличном виде и содержит стандартные для библиографической записи поля: название публикации (статьи, главы), название источника (журнал, монография, сборник), авторы, год, место публикации, издатель, doi, страницы и пр. Информация дублируется на английском языке при наличии перевода в самой публикации, а при его отсутствии заполняется транслитом автоматически. Полный библиографический список доступен по запросу.

Авторы базы данных Д.А. Бочков и А.П. Серегин. Также в ее создании приняли участие Я.О. Магазов (источники по Челябинской области), К.Ю. Марченкова (оцифровка списков в 2024 г.), С.В. Дудов (геопривязка оригинальных карт с пунктами работ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На 04.04.2024 база данных “Локальные флоры России” содержит 682130 записей о находках отдельных видов из 3297 географических пунктов, флора которых опубликована в 636 источниках. При этом в 1781 пункте отмечено 100 и более видов, а в 1136 пунктах — от 10 до 99 видов. Еще 380 географических пунктов введены на основании разрозненных сведений из дополнительных источников для закрытия крупных белых пятен (в каждом из них отмечено не более девяти видов). Средняя точность геопривязки составляет 28014 м.

Структура записи. Каждая запись в GBIF-массиве “Local floras of Russia” (Bochkov, Seregin, 2024) содержит 42 поля стандарта Darwin Core — 20 констант и 22 переменные. Еще несколько полей GBIF генерирует автоматически после загрузки данных (например, название семейства, порядка и класса на основании предоставленного названия рода).

Константы — это общие для всего массива технические характеристики записей, которые индексируются в GBIF. Это, например, язык массива; лицензия; организация-владелец массива; идентификаторы организации, коллекции и массива данных в разных системах; код организации; название массива; тип записи (у нас — сведения из литературы); протокол обобщения данных; страна; геодезический эллипсоид; царство и отдел; юрисдикция кодекса (Turland et al., 2018) и пр.

Список переменных уточнялся в ходе оцифровки массива литературы и, собственно, основан на результатах нашей работы. Характеристики переменных (с примерами) даны ниже, в скобках приведен шифр переменной в стандарте Darwin Core:

1. Идентификатор записи (*Occurrence ID*). Это машиночитаемый уникальный код вида `urn:lsid:biocol.org:col:15550:16:0746:0001`, где `urn:lsid:biocol.org:col:15550` — код МГУ, 16 — код массива, 0746 — код географического пункта, 0001 — порядковый номер вида в списке растений из этого пункта.

2. Номер в каталоге (*Catalog Number*). Это более удобный для восприятия код вида `Syunaisale:0001`, где `Syunaisale` — это краткое название географического пункта. В данном случае это локальная флора Сюнайсале, опубликованная

О.В. Ребристой (Rebristaya, 2013), а 0001 — порядковый номер вида в списке растений из этого пункта.

3. Характер натурализации (*Establishment Means*). Указания на то, является ли вид заносным, интродуцированным, культурным и проч. (стандартные значения: “alien”, “cultivated”, “alien or cultivated”, “introduced”, “garden escape / relic of the former cultivation” и ряд других).

4. Библиографическая ссылка (*Associated References*). Краткая библиографическая ссылка на латинице такого вида: Rebristaya (2013).

5. Часть света (*Continent*). В нашем массиве используются варианты “Europe” и “Asia”.

6. Код страны / территории по ISO 3166-1-alpha-2 (*Country Code*). Как правило, RU.

7. Административная единица первого порядка (*State Province*). Нормированное название субъекта РФ на английском языке (например, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug).

8. Место (*Locality*). Краткое название географического пункта — например, “Syunaisale” (см. пояснения в пункте 2). В случае необходимости пункт может быть назван более подробно, чем номер в каталоге (пункт 2).

9 и 10. Географические координаты (*Decimal Latitude* и *Decimal Longitude*). В десятичном виде с точностью до четвертого знака после запятой (например, 66.9064N, 71.2702E).

11. Точность геопривязки (*Coordinate Uncertainty In Meters*). Например, 5500 м для локальной флоры Сюнайсале.

12. Автор геопривязки (*Georeferenced By*). Автор оцифровки списка и его геопривязки к координатам. Если это разные люди, указано два человека через запятую.

13. Дата геопривязки (*Georeferenced Date*). Фактически, дата добавления полностью обработанного источника в базу в формате ГГГГ-ММ-ДД (например, 2022-02-04).

14. Примечания к геопривязке (*Georeference Remarks*). Для публикаций, в которых точные указания для отдельных пунктов (районов) чередуются с общими указаниями “повсеместно”, “во всех районах” и пр., в этом поле вводятся дополнительные пометки. Например, “Precise indication for a definite division” и “Indicated for

all divisions of Chelyabinsk Oblast” при оцифровке определителя П.В. Куликова (Kulikov, 2010).

15. Примечание к определению (*Identification Qualifier*). Пометки вида “sensu lato”, “sensu stricto”, “aggregate”, “cfr.” и пр.

16. Название таксона (*Scientific Name*). Дано по первоисточнику. Производится следующая нормировка: сокращенное название рода раскрывается (*T.* до *Trifolium* и т. п.); у подвидов и разновидностей указываются только авторы внутривидового таксона, а не вида; стандартизируются ранги (например, “subsp.”, а не “ssp.” для подвида).

17. Источник номенклатуры (*Name According To*). Та же ссылка, что и в пункте 4 (библиографическая ссылка), поскольку номенклатура берется строго по опубликованному источнику.

18, 19 и 20. Род (*Genus*), видовой эпитет (*Specific Epithet*), внутривидовой эпитет (*Infraspecific Epithet*). Берутся по опубликованному источнику.

21. Ранг таксона (*Taxon Rank*). Как правило, вид или подвид, но встречаются также рода, разновидности, формы, нотоподвиды и пр.

22. Автор(ы) таксона (*Scientific Name Authorship*). Полное указание авторства таксона согласно опубликованному источнику.

Географический охват базы изначально формировался для целенаправленного заполнения пропусков для “Атласа флоры России”. Таким образом, мы максимально полно оцифровывали источники по Дальнему Востоку, Арктике, таежным и горным районам Сибири, северу европейской части России. Напротив, многие источники, охватывающие, например, Среднюю Россию, пока отложены в сторону. Число источников, пунктов и записей в базе данных по субъектам РФ приведено в табл. 1.

Поскольку площадь регионов различна, то нормированный на площадь объем данных можно показать на сеточной карте (рис. 1). Видны

Таблица 1. Число источников литературы, географических пунктов и записей в базе данных “Локальные флоры России” по субъектам РФ (на 04.04.2024)

Table 1. Number of references, locations and records in the “Local Floras of Russia” dataset by regions of the Russian Federation (as of 04 Apr 2024)

Регион Region	Источники References	Пункты Locations	Записи Records
Европейская часть / European Russia			
Архангельская область / Arkhangelsk Oblast	24	163	21664
Астраханская область / Astrakhan Oblast	3	12	4760
Башкортостан / Republic of Bashkortostan	13	68	27362
Белгородская область / Belgorod Oblast	2	2	731
Брянская область / Bryansk Oblast	4	4	1752
Волгоградская область / Volgograd Oblast	9	21	3703
Вологодская область / Vologda Oblast	6	17	4872
Воронежская область / Voronezh Oblast	3	4	2666
Ивановская область / Ivanovo Oblast	2	22	13250
Калининградская область / Kaliningrad Oblast	2	3	787
Калмыкия / Kalmyk Republic	2	19	1417
Калужская область / Kaluga Oblast	1	1	693
Карелия / Republic of Karelia	20	49	10365
Кировская область / Kirov Oblast	2	2	1194
Коми / Komi Republic	15	64	14556

Таблица 1 (продолжение)

Table 1 (continued)

Регион Region	Источники References	Пункты Locations	Записи Records
Костромская область / Kostroma Oblast	1	1	584
Ленинградская область / Leningrad Oblast	9	56	12890
Липецкая область / Lipetsk Oblast	1	5	3214
Мари Эл / Mari El Republic	1	2	754
Мордовия / Republic of Mordovia	4	5	2066
Московская область / Moscow Oblast	3	3	832
Мурманская область / Murmansk Oblast	11	59	8256
Ненецкий АО / Nenets Autonomous Okrug	12	53	9220
Нижегородская область / Nizhny Novgorod Oblast	1	1	598
Новгородская область / Novgorod Oblast	3	10	1101
Оренбургская область / Orenburg Oblast	6	8	2322
Пензенская область / Penza Oblast	8	39	7044
Пермский край / Perm Krai	18	62	7756
Псковская область / Pskov Oblast	4	11	2840
Республика Крым / Republic of Crimea	12	15	8019
Ростовская область / Rostov Oblast	5	14	1660
Рязанская область / Ryazan Oblast	1	1	716
Самарская область / Samara Oblast	21	44	12391
Санкт-Петербург / City of Saint Petersburg	1	1	621
Саратовская область / Saratov Oblast	3	14	1697
Свердловская область / Sverdlovsk Oblast	8	51	6377
Севастополь / City of Sevastopol	2	9	2039
Смоленская область / Smolensk Oblast	1	1	927
Татарстан / Republic of Tatarstan	3	4	2534
Тверская область / Tver Oblast	3	4	3353
Тульская область / Tula Oblast	1	1	359
Удмуртская Республика / Republic of Udmurtia	6	12	7746
Ульяновская область / Ulyanovsk Oblast	19	49	14334
Челябинская область / Chelyabinsk Oblast	12	75	23095
Чувашская Республика / Chuvash Republic	1	1	352
Ярославская область / Yaroslavl Oblast	2	2	1044
Кавказ / Caucasus			
Дагестан / Dagestan	5	18	12494
Ингушетия / Ingushetia	1	1	162

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (end)

Регион Region	Источники References	Пункты Locations	Записи Records
Кабардино-Балкария / Kabardino-Balkaria	1	5	3868
Карачаево-Черкесия / Karachay-Cherkessia	2	2	1751
Краснодарский край / Krasnodar Krai	4	71	8286
Республика Северная Осетия / Republic of North Ossetia	1	2	453
Ставропольский край / Stavropol Krai	1	2	485
Чеченская Республика / Chechnya	2	9	7596
Сибирь / Siberia			
Алтайский край / Altai Krai	8	89	27318
Бурятия / Buryatia	9	34	7553
Забайкальский край / Zabaikalsky Krai	11	53	6258
Иркутская область / Irkutsk Oblast	11	105	18702
Кемеровская область / Kemerovo Oblast	13	37	17297
Красноярский край / Krasnoyarsk Krai	71	240	54685
Курганская область / Kurgan Oblast	3	35	19664
Новосибирская область / Novosibirsk Oblast	1	1	581
Омская область / Omsk Oblast	3	3	1056
Республика Алтай / Altai Republic	7	17	5175
Томская область / Tomsk Oblast	3	7	2007
Тува / Tuva	7	22	9414
Тюменская область / Tyumen Oblast	7	34	10949
Хакасия / Khakassia	3	17	3980
ХМАО – Югра / Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra	15	27	4576
Якутия / Yakutia	70	277	34570
ЯНАО / Yamalo-Nenets Autonomous Okrug	16	57	8478
Дальний Восток / Russian Far East			
Амурская область / Amur Oblast	14	98	7177
Еврейская АО / Jewish Autonomous Oblast	2	4	1040
Камчатский край / Kamchatka Krai	23	98	17364
Магаданская область / Magadan Oblast	18	185	17684
Приморский край / Primorsky Krai	18	164	29549
Сахалинская область / Sakhalin Oblast	10	70	20170
Хабаровский край / Khabarovsk Krai	22	114	21355
Чукотский АО / Chukotka Autonomous Okrug	60	294	43891

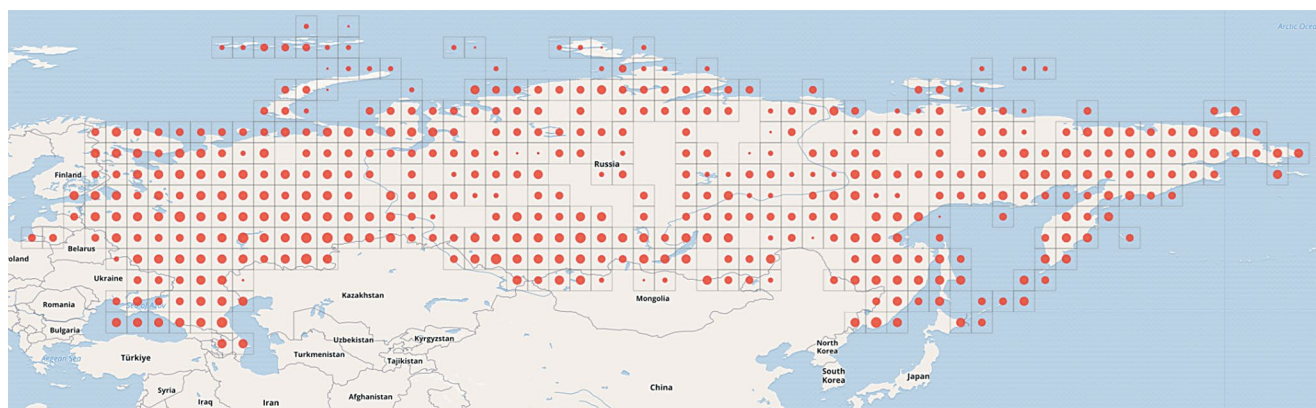


Рис. 1. Пространственное покрытие базы данных “Локальные флоры России” по квадратам 250 × 250 км (на 04.04.2024) (источник: Bochkov, Seregin, 2024).

Fig. 1. Spatial coverage in the “Local Floras of Russia” dataset across 250×250 km grid squares (as of 04.04.2024) (source: Bochkov, Seregin, 2024).

пропуски отдельных квадратов в Якутии, Красноярском крае, отдельных местностях севера Дальнего Востока и Западной Сибири, по которым нам не удалось найти ни одного опубликованного источника. Подробнее о “белых пятнах” написано в разделе “Обсуждение”.

Таксономический охват базы установлен по автоматически нормированным названиям в GBIF-выгрузке. В ней номенклатура стандартизирована согласно GBIF Backbone Taxonomy (GBIF Secretariat, 2023). В общей сложности для флоры России учтены находки 10605 видов из 1529 родов и 127 семейств.

Больше всего отдельных находок учтено для следующих видов: *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv. (1711 записей), *Equisetum arvense* L. (1613), *Caltha palustris* L. (1595), *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin. (1589), *Vaccinium vitis-idaea* L. (1574), *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (1488), *Rhododendron tomentosum* (Stokes) Harmaja [= *Ledum palustre* L.] (1327), *Urtica dioica* L. (1278), *Poa pratensis* L. (1215), *Galium boreale* L. (1202), *Cotmarum palustre* L. (1192), *Galium verum* L. (1155), *Eriophorum angustifolium* L. (1126), *Elymus repens* (L.) Gould (1125), *Orthilia secunda* (L.) House (1106), *Tanacetum vulgare* L. (1100), *Polygonum aviculare* L. (1097), *Epilobium palustre* L. (1094), *Betula pendula* Roth (1087), *Vaccinium uliginosum* L. (1087). Это в основном широко распространенные бореальные виды. Их преобладание связано с решением основной задачи – покрыть оцифрованными данными таежные и горно-таежные территории с низкой плотностью информации.

Ведущими родами по числу находок являются: *Carex* L. (33800), *Salix* L. (16289), *Poa* L. (10327), *Artemisia* L. (10290), *Ranunculus* L. (9891), *Potentilla* L. (8378), *Silene* L. (7435), *Viola* L. (7020), *Equisetum* L. (6878), *Galium* L. (6737), *Stellaria* L. (6709), *Juncus* L. (6380), *Pedicularis* L. (6004), *Rumex* L. (5916), *Veronica* L. (5873), *Calamagrostis* Adans. (5648), *Festuca* L. (5142), *Trifolium* L. (5125), *Astragalus* L. (5065), *Eriophorum* L. (4805).

На уровне семейств максимальное число находок учтено для: Asteraceae (78401), Poaceae (68089), Cyperaceae (44281), Rosaceae (38995), Fabaceae (30567), Caryophyllaceae (30287), Brassicaceae (29277), Ranunculaceae (28882), Salicaceae (18771), Apiaceae (17688), Ericaceae (17424), Lamiaceae (16873), Polygonaceae (16665), Plantaginaceae (13669), Orobanchaceae (12325), Juncaceae (11271), Amaranthaceae (9890), Boraginaceae (9594), Saxifragaceae (9202), Orchidaceae (8298).

Точность привязки менялась по мере включения новых данных. К апрелю 2022 г. она составила около 21000 м (среднее значение для 561 тыс. записей), а спустя два года достигла 28000 м (среднее значение для 682 тыс. записей) за счет привязки списков с точностью до административных районов по ряду регионов. Инструментарий GBIF позволяет фильтровать находки по точности привязки, отсекая те из них, которые, по мнению пользователя, обладают невысокой точностью.

Для создания карт “Атласа флоры России”, который использует квадраты 100 × 100 км, мы в дальнейшем берем только географические пункты с точностью привязки менее 100000 м.

Охват по публикациям. Проработка флористической литературы за последние 50 лет выявила несколько публикаций, в которых суммирован максимальный объем флористической информации (табл. 2). Охарактеризуем типовые массивы данных, полученные в результате оцифровки книг, диссертаций и статей на примере десяти публикаций с наибольшим числом полученных записей. Их можно разделить на две группы.

С одной стороны, распространение видов дано по пунктам (Naumenko, 2003; Antipova, 2012) или небольшим речным бассейнам (Sheremetova, 2011; Prokopenko, 2014) в публикациях, основанных преимущественно на оригинальных данных.

С другой стороны, в обобщающих публикациях распространение видов дано по природным или

административным районам, которые без остатка покрывают всю изученную территорию региональной размерности (Alekseev et al., 1988, 1989; Krasnoborov et al., 2003; Murtazaliev, 2009; Kulikov, 2010; Stepanov, 2016; Shcherbakov et al., 2022).

В диссертации Н.И. Науменко (Naumenko, 2003) в виде таблицы в приложении перечислено распространение видов по 44 локальным флорам *Южного Зауралья* (в том числе 41 флора в пределах России – Курганская, Тюменская, Челябинская, Свердловская области). Сведения о распространении 1234 видов в общей сложности дали 23850 отдельных находок, в том числе по 306 видам, известным во всех локальных флорах.

Определитель, охватывающий флору *Алтайского края* (Krasnoborov et al., 2003), содер-

Таблица 2. Источники, внесшие максимальный вклад по числу оцифрованных находок (на 04.04.2024)

Table 2. References with the largest contribution by the number of digitized records (as of 04 Apr 2024)

Источник / Reference	Территория / Area	Записей / Records
Naumenko (2003)	Степное Зауралье / Steppe Trans-Urals	23850
Krasnoborov et al. (2003)	Алтайский край / Altai Krai	22357
Alekseev et al. (1988, 1989)	Башкортостан / Republic of Bashkortostan	19156
Antipova (2012)	Юг Красноярского края / Krasnoyarsk Krai (south)	13125
Kulikov (2010)	Челябинская область / Chelyabinsk Oblast	12663
Shcherbakov et al. (2022)	Ивановская область / Ivanovo Oblast	12651
Stepanov (2016)	Западные Саяны / Western Sayans	12459
Murtazaliev (2009)	Даргестан / Dagestan	11549
Sheremetova (2011)	Бассейн р. Томь / Tom River Catchment	10342
Prokopenko (2014)	Находка (Приморье) / Nakhodka (Primorsky Krai)	9481
Shmidt (2005)	Архангельская область / Arkhangelsk Oblast	9338
Martynenko et al. (2008)	Республика Коми / Komi Republic	9081
Barkalov (2009)	Курильские острова / Kuril Islands	7813
Barkalov & Taran (2004)	Сахалин / Sakhalin	7577
Verkhovzina (2004)	Иркутская область / Irkutsk Oblast	7502
Taysumov & Omarkhadzhieva (2012)	Чеченская Республика / Chechnya	7249
Il'minskikh (2014)	Города Поволжья / Middle Volga cities	6815
Drachev (2010)	Тюменская область / Tyumen Oblast	5856
Tzvelev (2000)	Северо-Запад / European Russia North-West	5569
Yakubov & Chernyagina (2004)	Камчатка / Kamchatka	5251
Busyina (2009)	Центральная Якутия / Central Yakutia	5058

жит в информацию о распространении растений по 61 административному району края со средней точностью геопривязки к центроидам районов равной 42700 м. Это позволило мобилизовать из этого источника сведения по 22357 находкам с точностью до района: 11072 точных указаний для отдельных районов и 11285 указаний для 185 видов, указанных для всех районов края. Эти сведения (точное указание для района или для видов, распространенных повсеместно) также хранятся в базе в стандартном поле “Georeference remarks”.

Важным источником стал определитель растений *Башкирии* (Alekseev et al., 1988, 1989), в котором распространение видов дано по 25 природным районам, обозначенным цифрами. Районы имеют довольно большую площадь, поэтому средняя точность привязки этого массива составляет 85160 м. Всего в этой работе содержится 19156 указаний для отдельных районов: 14606 точных указаний для отдельных районов по 129 видам и 4550 указаний по 182 видам, которые указаны для всех районов республики. Еще 70 видов, указанных в этом источнике, по разным причинам не привязаны к сетке районов.

В монографии по участкам островной лесостепи юга *Красноярского края* (Antipova, 2012) аннотации видов содержат указание на распространение в пределах 26 локальных флор, насчитывающих от 300 до 1095 видов. В общей сложности оцифровано 13125 находок по 1570 таксонам. В дальнейшем список одной из локальных флор (Красноярск) взят по более позднему источнику (Stepanov, 2016).

П.В. Куликов подвел итоги изучения флоры *Челябинской области* в конспекте (Kulikov, 2005), в котором приводятся обширные фактические материалы по сосудистым растениям региона. Однако для наших целей мы оцифровали данные о распространении видов по 17 природным выделам (14 районов и 4 подрайона) по более позднему определителю автора (Kulikov, 2010), содержащему множество дополнений и исправлений. Средняя точность привязки по области составила 86170 м, а общий объем оцифрованных данных — 12663 находки (8804 точных указаний по отдельным выделам и 3859 указаний по 227 видам для всех районов Челябинской области).

Отдельно следует сказать о таком табличном источнике как флора *Ивановской области*

(Shcherbakov et al., 2022). Эта работа — пока единственная в серии однотипных работ по регионам бассейна Оки, которая была оцифрована для “Атласа флоры России”. В Средней России площадь административных районов обычно составляет около 1000 км², поэтому средняя точность привязки к центроиду районов в этом массиве составила 25600 м.

Идеологической основой этой публикации стала таблица распространения видов по административным районам, опубликованная в приложении к “Флоре Владимирской области” (Seregin, 2012). Начиная с Московской области (Shcherbakov, Lyubeznova, 2018), региональные группы исследователей под общим руководством А.В. Щербакова опубликовали таблицы с распространением видов по административным районам Орловской, Ивановской, Калужской, Пензенской, Нижегородской областей. Эта работа продолжается. К сильным сторонам этих таблиц относится высокая степень структурированности материала, которая идеально подходит для наших целей, и большой объем оригинального полевого материала, который ранее не публиковался. К слабым сторонам — отсутствие отметок для адвентивных видов (и степени их натурализации), отсутствие таксономических авторов в ряде таблиц. В списках для Москвы, Орла и Нижнего Новгорода исключительно много сугубо культурных видов, которые также никак не обозначены.

Монография Н.В. Степанова (Stepanov, 2016) охватывает *Приенисейские Саяны* в пределах юга Красноярского края и приграничных районов Тувы. Распространение видов дано по 12 выделам (10 больших природных районов и отдельно для национального парка “Столбы” и города Красноярска) со средней точностью геопривязки массива 91170 м. Всего по этому источнику учтено 12459 записей.

В четырехтомнике по флоре *Дагестана* (Murtazaliev, 2009) распространение видов дано по 13 природным районам (иногда используются характеристики “все районы” или “все горные районы” для широко распространенных видов). Флора республики — самая богатая региональная флора России (Seregin et al., 2020), однако тут было описано всего две локальные флоры (Stepanova, 2012; Adjieva, 2015). В связи с этим необходимость оцифровки конспекта с сотнями видов, которые в России известны только в Дагестане,

не вызывала сомнения. В общей сложности из конспекта оцифровано 11549 записей со средней точностью 64900 м.

В обзорной статье С.А. Шереметовой (Sheremetova, 2011) список сосудистых растений *бассейна р. Томи* приведен в виде таблицы с находками видов по бассейнам малых рек (Кемеровская и Томская области). Это самая полная из учтенных публикаций, основанная на бассейновом подходе. Она содержит находки 1522 видов по 19 притокам Томи в табличном виде. Это 10342 отдельных записи без учета находок, сделанных на самой Томи.

В статье С.В. Прокопенко (Prokopenko, 2014) территория площадью 187 км² в *окрестностях Находки* подробно охарактеризована в пространственном отношении. “Матрешкой” дано распространение 1056 видов по 20 бассейновым районам, объединенным в три группы районов. Для целей “Атласа флоры России” важно и то, что автор дал характеристики того, какие виды на юге Приморья являются заносными, а какие — элементом местной флоры.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ флор. Одной из ключевых проблем, которая встала перед нами, стало отсутствие публикаций со списками видов по тем пунктам и территориям, по которым опубликованы так называемые анализы флор. Эти краткие публикации (как правило, в журналах и материалах конференций) однообразного содержания содержат информацию о том, сколько видов в ведущих семействах, какие преобладают географические элементы, жизненные формы и проч. Иногда может быть упомянуто несколько видов в кратком обзоре растительности района исследований или среди наиболее примечательных находок. Ничего кроме досады, что человек работал (и зачастую хорошо работал) в каком-нибудь интересном месте, но не удосужился при этом опубликовать итоговый список локальной флоры, это не вызывает. Именно в списках видов, на наш взгляд, содержится ценная фактическая информация о встречах как редких, так и обычных видов, в то время как безликие анализы флор имеют нулевые цитирования.

К счастью, эта ситуация постепенно меняется. Журналы стали более многочисленными, а их перевод на электронные носители привел к увели-

чению объема возможных статей для публикации флористических списков. Впрочем, ряд журналов все еще имеет жесткие требования по объему публикаций, из-за чего, например, бедные арктические локальные флоры регулярно публикуются в “Ботаническом журнале”, а более богатые флоры уже не влезают в объем статей. В любом случае, мы считаем публикацию каких-либо анализов флоры при отсутствии исходных данных бессмысленным занятием, поскольку научный результат должен быть верифицируемым, что невозможно сделать без исходных материалов.

Флористические находки. Другим бичом современных журнальных публикаций по флористике стало тотальное преобладание среди статей флористов сведений о всевозможных флористических находках. Это могут быть как редкие и охраняемые виды природной флоры, так и заносные растения.

Более того, сформировались целые научные группы, которые, по сути, занимаются “кладоискательством”, т. е. целенаправленно (хотя и бессистемно) ищут редкие заносные виды вдоль путей сообщения, на свалках, в городах, публикуя лишь некоторые находки новых сорняков для того или иного региона. Экспедиционные исследования носят в основном маршрутный характер и по их итогам тоже публикуются лишь редкости. Многочисленные работы на ООПТ ограничиваются, как правило, выявлением охраняемых видов.

Напротив, обобщающих флористических работ или полных флористических списков по результатам полевых исследований публикуется совсем немного, несмотря на многочисленность сообщества. Возникает ощущение, что научная деятельность часто сводится к публикации находок нескольких видов для очередного ежегодного отчета.

Белые пятна. Наиболее значительным белым пятном в России, по которому совсем нет флористических данных, является территория площадью около 250000 км² в таежной зоне на границе Красноярского края, Иркутской области и Якутии (между 61° и 70° с.ш. и между 100° и 108° в.д.). На востоке она ограничена серией локальных флор, описанных вдоль 108° в.д. (Vodopianova, 1984), и маршрутными данными с Верхнего Вилюя (Kildyushevskii, 1964). На юге — флорой Тунгусского заповедника (ООРТ, 2024, по:

Vasilyev et al., 2003; Timoshok et al., 2008). На западе — списками для окрестностей Туры (Shemberg, 2017), оз. Чирингда — р. Ланга (Mironenko et al., 1971). На севере — Хайя-Кюель (Flora..., 2007–2024, по: Flora..., 1976) и Верхней Меркю (Flora..., 2007–2024). Судя по описанным соседним флорам, это флористически бедный район с преобладанием зональной лиственничной тайги. Труднодоступность территории и отсутствие интересных объектов делает ее малопривлекательной, однако сам по себе размер этого белого пятна впечатляет.

Отдельные белые пятна меньшего размера отмечены в Якутии (Индигирка, Средняя Колыма, Средний Оленек, Средний Вилюй), на севере Хабаровского края, в таежно-болотных районах Томской и Свердловской областей.

Недоступность отдельных источников — нечастая, но типовая проблема. Система обязательных экземпляров в 1990-е гг. дала сбой, и часть региональных малотиражных изданий не представлены в центральных библиотеках, а система оцифровки краеведческих фондов налажена далеко не в каждой областной библиотеке. На данный момент наличие многочисленных научных журналов в интернете во многом снимает проблему ограниченного доступа к научной информации.

Частичное огрубление данных — к сожалению, распространенная проблема. В некоторых работах региональной размерности (флоры, конспекты, определители) распространение части видов дано по четко перечисленным районам, а для растений массовых дано указание “во всех районах” или “повсеместно”.

Зачастую такая пометка ставится безосновательно также для малоизвестных и (или) случайно пропущенных видов. Кроме того, это способ скрыть отсутствие данных из малоизученных районов. В итоге до половины видов якобы присутствуют во всех районах. Статистический анализ работ, где распространение видов дано по районам для всех видов (в том числе для обычных), показывает, что даже в небольших регионах со слабой ландшафтной дифференциацией число повсеместных видов редко превышает 30% из общего состава региональной флоры — до 31.8% по данным сеточного картирования флоры Владимирской области (Seregin, 2012). В регионах с зональными границами растительности и горными массивами эта доля падает — вплоть до 2.7%

в Дагестане (Murtazaliev, 2009), где менее 100 видов зарегистрированы во всех 13 природных районах республики.

Проблема доверия к данным. Данные литературы — это такой источник информации о распространении растений, где, по сути, единственным мериллом его надежности является авторство публикации. Да, хорошая флористическая работа сопровождается обильными гербарными сборами, которые затем передаются (или не передаются) в большие и малые гербарные коллекции. Где-то они затем переводятся в электронный вид и исходные данные автора становятся общедоступными. Но в целом о работе того или иного флориста мы знаем по его публикациям.

Обработанный массив флористических публикаций, безусловно, содержит ошибки и неточности, аккуратно оцифрованные из первоисточников. Тем не менее после работы над редактированием созданных нами карт “Атласа флоры России” мы вынуждены были целиком исключить несколько работ, которые содержали большое число видов, в принципе не произрастающих в изученных местностях. На наш взгляд, основной причиной этих “лишних” указаний стала неверная интерпретация в локальных работах более крупных флор региональной размерности.

Отсутствие пометок, какие виды были реально встречены авторами на основании оригинальных исследований, а какие растения указаны лишь по литературе (из самых общих соображений), привело к тому, что нам пришлось целиком убрать из базы четыре списка (Chimonina, 2004; Fedyaeva, 2004; Ivanov, 2004; Turchin et al., 2004).

Что осталось сделать? Мы продолжаем работу по переводу массива флористической литературы в электронный вид. Предстоит последовательно заменить данные из агрегатора по биоразнообразию ООПТ (ООРТ, 2024) на опубликованные списки по отдельным заповедникам и национальным паркам; добавить публикации по Средней России и Поволжью, в том числе таблицы А.В. Щербакова и др.; получить сканы некоторых недоступных малотиражных публикаций и диссертаций; отслеживать новейшие публикации. Архив имеющихся публикаций позволит создать массив флористических данных общим объемом свыше 1 млн записей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проработка обширного массива публикаций позволяет нам дать несколько советов авторам работ с полными флористическими списками.

1. Не тратьте время на долгие подсчеты “анализа флоры”, когда полный флористический список не опубликован; сам список содержит гораздо больше информации, чем любая статистика на его основе.

2. Не стоит сокращать названия родов. В эпоху, когда информацию пользователи ищут через интернет, при запросе “*Trifolium repens*” вряд ли будет найден упомянутый вами “*T. repens*”.

3. Не допускайте случайного использования кириллицы в латинских названиях (как в публикациях, так и в электронных массивах информации).

4. Приводите карту района исследований и пунктов работ.

5. Не смешивайте оригинальные данные со сведениями из литературы, онлайн-источников и гербарных коллекций; любой фрагмент заимствованной информации должен иметь четкую и ясную ссылку в списке литературы.

6. Обязательно указывайте, какие виды в вашем списке являются заносными, а какие — элементами природной флоры.

7. Если в одной публикации обобщаются данные по нескольким пунктам или районам, то стоит аккуратно приводить каждый из районов — пометка “во всех районах” не приветствуется.

8. Крупные региональные работы (аннотированные конспекты, определители) стоит дополнять таблицами с распространением видов по районам.

9. Своевременно обрабатывайте, этикетировать и определяйте гербарные коллекции; передавайте их в крупные гербарии, где они будут своевременно оцифрованы и включены в основной фонд.

10. Размещайте фотоматериалы, документирующие находки отдельных видов, в открытом доступе и делайте бэкапы, иначе ваши фотонаблюдения безвозвратно исчезнут вместе с носителем данных.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа поддержана грантом РНФ № 21-77-20042. Отдельные источники, отсутствующие в Интернете,

нам в разное время присылали: В.А. Канев (Сыктывкар), Н.В. Филиппова (Ханты-Мансийск), Д.Н. Шауло (Новосибирск), С.А. Шереметова (Кемерово), И.Н. Пospelов (Москва), Н.Н. Панасенко (Брянск), И.В. Кузьмин (Тюмень). Выражаем им глубокую благодарность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Adjieva] Аджиева А.И. 2015. Конспект флоры сосудистых растений массива Сарыкум (Дагестан). — Бот. журн. 100(12): 1298–1310.
<https://doi.org/10.1134/S0006813615120054>
- [Alekseev et al.] Алексеев Ю.Е., Алексеев Е.Б., Габбасов К.К., Горчаковский П.Л., Губанов И.А., Гуфранова И.Б., Кузяхметов Г.Г., Кулагин Ю.З., Кучеров Е.В., Минибаев Р.Г., Наумова Л.Г., Назирова З.М., Шурова Е.А., Хайретдинов С.С. 1988. Определитель высших растений Башкирской АССР. Ч. 1. М. 316 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/opred_vys_rast_bashkirii1988_1.djvu
- [Alekseev et al.] Алексеев Ю.Е., Галеева А.Х., Губанов И.А., Гуфранова И.Б., Жирнова Т.В., Князев М.В., Кулагин Ю.З., Кулаковская Л.А., Культиасов И.М., Кучеров Е.В., Михайлова Т.П., Мулдашев А.А., Скворцов А.К., Тихомиров В.Н., Шурова Е.А. 1989. Определитель высших растений Башкирской АССР. Ч. 2. М. 375 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/opred_vys_rast_bashkirii1989_2.djvu
- [Antipova] Антипова Е.М. 2012. Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири. Красноярск. 662 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/antipova2012_flora_vnutrikont_ostrovn_lesost_sred_sibiri.pdf
- Artemov I., Egorova A. 2021. Locations of plants on dot distribution maps in the Flora of Siberia (Flora Siberiae, 1987–1997). Version 1.2. Central Siberian Botanical Garden SB RAS. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/jb84wg>
- [Barkalov] Баркалов В.Ю. 2009. Флора Курильских островов. Владивосток. 468 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/barkalov2009_flora_kuril.djvu
- [Barkalov, Taran] Баркалов В.Ю., Таран А.А. 2004. Список видов сосудистых растений острова Сахалин. — В сб.: Растительный и животный мир острова Сахалин (Материалы Международного сахалинского проекта). Ч. 1. Владивосток. С. 39–66.
<https://www.biosoil.ru/storage/entities/publication/309/00000309.pdf>
- [Belikovich, Galanin] Беликович А.В., Галанин А.В. 1992. Растительный покров Магаданского геоботанического района. — Комаровские чтения. 39: 26–79.
<https://www.biosoil.ru/storage/entities/fspublication/701/3713f41c-9312-4036-926a-68f9d2ed04ef.pdf>

- Bochkov D.A., Seregin A.P. 2024. Local floras of Russia: records from literature. Version 1.75. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/rxtjt2>
- [Buks] Букс И.И. 1964. О некоторых новых местонахождениях фрагментов степной растительности в Якутском Заполярье. — Бюллетень МОИП. Отд. биол. 69(2): 135–137.
- [Bysyina] Бысынина М.Ф. 2009. Флора аласной части Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия): Дисс. ... канд. биол. наук. Томск. 228 с.
- [Charkevicz et al.] Харкевич С.С., Буч Т.Г., Якубов В.В., Яшенкова Г.Ф. 1983. Материалы к изучению флоры Аяно-Майского района Хабаровского края. — Новости систематики высших растений. 20: 203–224. http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/novosti_sistematiki_vissih_rasteniy_1983_20.djvu
- [Chimonina] Чимонина И.В. 2004. Флора Прикалауского флористического района (Центральное Предкавказье) и ее анализ. Дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь. 221 с.
- [Czerepanov] Черепанов С.К. 1973. Свод дополнений и изменений к “Флоре СССР” (тт. I–XXX). Л. 668 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/czerepanov1973_svod.djvu
- [Czerepanov] Черепанов С.К. 1981. Сосудистые растения СССР. Л. 510 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/czerepanov1981_sosud_rast_ssr.djvu
- [Czerepanov] Черепанов С.К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб. 992 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/czerepanov1995_sosud_rast_rus.djvu
- [Drachev] Драчев Н.С. 2010. Флора подзоны южной тайги в пределах Тюменской области. Дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 331 + 307 с.
- [Fedyayeva] Федяева В.В. 2004. Травяная флора сосудистых растений. — В сб.: Флора, фауна и микобиота государственного музея-заповедника М.А. Шолохова. Ростов-на-Дону. С. 24–74. http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/fl_fauna_mikobiota_muz_zapov_sholokhova_2004.djvu
- [Flora...] Флора Путорана. Материалы к познанию особенностей состава и генезиса горных субарктических флор Сибири. 1976. Новосибирск. 245 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/flora_putorana_1976.djvu
- [Flora...] Флора Таймыра. 2007–2024. <http://byrranga.ru/>
- [Fundamentalnaya...] Фундаментальная электронная библиотека “Флора и фауна”: растения, животные, грибы и водоросли, теория эволюции и систематики. 2024. <https://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>
- GBIF Secretariat. 2023. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-05. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Global Biodiversity Information Facility. 2024. <https://www.gbif.org/>
- [Ilminskikh] Ильминских Н.Г. 2014. Флорогенез в условиях урбанизированной среды. Екатеринбург. 470 с.
- iNaturalist contributors, iNaturalist. 2024. iNaturalist Research-grade Observations. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/ab3s5x>
- [Ivanov] Иванов А.А. 2004. Флора Ставропольских высот и ее анализ: Дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь. 224 с.
- Jain S., De Buitelir A., Fallon E. 2020. A review of unstructured data analysis and parsing methods. — International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI). Pune, India. P. 164–169.
- [Kildyushevskii] Кильдюшевский И.Д. 1964. К флоре верховьев Вилюя. — В сб.: Леса Южной Якутии. М. С. 148–193.
- [Krasnoborov et al.] Красноборов И.М., Ломоносова М.Н., Шауло Д.Н., Куцев М.Г., Красников А.А. и др. 2003. Определитель растений Алтайского края. Новосибирск. 634 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/opred_rast_altajsk_kraja_2003_v2.djvu
- [Kulikov] Куликов П.В. 2005. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Миасс. 537 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/kulikov2005_konsp_fl_chel obl.pdf
- [Kulikov] Куликов П.В. 2010. Определитель сосудистых растений Челябинской области. Екатеринбург. 969 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/kulikov2010_opred_sosud_rast_cheljabinsk obl.djvu
- [Lukicheva] Лукичева А.Н. 1963. Растительность северо-запада Якутии и ее связь с геологическим строением местности. М., Л. 168 с.
- [Martynenko et al.] Мартыненко В.А., Груздев Б.И., Канев В.А. 2008. Локальные флоры таежной зоны Республики Коми. Сыктывкар. 76 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/martynenko2008_lokal_flory_taezhn_zony_resp_komi.pdf
- [Matveyeva] Матвеева Н.В. 1998. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб. 220 с. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/matveeva1993_zonaln_rastit_arkt.pdf
- [Matveyeva, Zanakha] Матвеева Н.В., Заноха Л.Л. 2017. Изменения во флоре сосудистых растений в окрестностях пос. Диксон (Западный Таймыр) с 1980 по 2012 г. — Ботанический журнал. 102(6): 812–846. <https://doi.org/10.1134/S0006813617060072>

- [Mironenko et al.] Мироненко О.Н., Петровский В.В., Юрцев Б.А. 1971. К познанию флоры центральной части плато Путорана (Средне-Сибирское плоскогорье). — Бот. журн. 56(7): 982–988.
- [Murtazaliev] Муртазалиев Р.А. 2009. Конспект флоры Дагестана. Махачкала. Т. 1. 320 с.; Т. 2. 248 с.; Т. 3. 304 с.; Т. 4. 231 с.
- [Naumenko] Науменко Н.И. 2003. Флора южного Зауралья. Дисс. ... докт. биол. наук. СПб. 812 с.
- [Nedoluzhko, Denisov] Недолужко В.А., Денисов Н.И. 2001. Флора сосудистых растений острова Русский (залив Петра Великого в Японском море). Владивосток. 98 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/nedoluzhko2011_flora_ostr_russkij.pdf
- Nelson G., Ellis S. 2019. The history and impact of digitization and digital data mobilization on biodiversity research. — *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 374 (1763): 20170391.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0391>
- [ООПТ] ООПТ России. 2024.
<http://www.oopt.aari.ru/>
- [Polezhayev, Berkutenko] Полежаев А.Н., Беркутенко А.Н. 1982. Сосудистые растения верховий реки Анадырь. — Бот. журн. 67(10): 1400–1408.
- [Pospelov, Seregin] Поспелов И.Н., Серегин А.П. 2023a. Методика создания набора данных точечных карт находок в монографии “Сосудистые растения Советского Дальнего Востока”. — *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. 22(2): 262–267.
<https://doi.org/10.14258/pbssm.2020138>
- Pospelov I.N., Seregin A.P. 2023b. Vascular plants of the Soviet Far East (1985–2006): georeferenced records from dot maps. Version 1.3. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/pa3dv8>
- [Pospelova, Pospelov] Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. 2007. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Ч. 1. Аннотированный список флоры и ее общий анализ. М. 457 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/pospelova2007_fl_sosud_rast_tajmyra_1.pdf
- [Prokopenko] Прокопенко С.В. 2014. Флора полуострова Трудный (город Находка и окрестности). — *Комаровские чтения*. 62: 106–228.
<https://www.biosoil.ru/storage/entities/fscpublication/842/a8af05b3-1f18-4f58-9224-56f7b13809c9.pdf>
- [Rebristaya] Ребристая О.В. 2013. Флора полуострова Ямал. Современное состояние и история формирования. СПб. 312 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/rebristaya2013_fl_poluostr_jamal.djvu
- [Seregin] Серегин А.П. 2012. Флора Владимирской области: конспект и атлас. Тула. 620 с.
<https://istina.msu.ru/download/58403700/1rwd1L:ih-pCqCSliU54aVUNh1ONWTi2dYo/>
- Seregin A.P. 2021a. Contribution to the “Atlas of the Russian Flora”: Twelve local floras of European Russia. — *Biodiversity Data Journal*. 9: e73013.
<https://doi.org/10.3897/bdj.9.e73013>
- Seregin A. 2021b. Twelve local floras of European Russia. Version 1.4. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/35rwhv>
- Seregin A. 2024. Moscow University Herbarium (MW). Version 1.326. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/cpnhcc>
- Seregin A.P., Bochkov D.A., Shner J.V., Garin E.V., Pospelov I.N. et al. 2020. “Flora of Russia” on iNaturalist: a dataset. — *Biodiversity Data Journal*. 8: e59249.
<https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e59249>
- Seregin A., Stepanova N. 2024. МНА Herbarium: collections of vascular plants. Version 1.233. Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/827lk2>
- [Shcherbakov, Lyubeznova] Щербаков А.В., Любезнова Н.В. 2018. Список сосудистых растений московской флоры. М. 160 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/scherbakov2018_spis_sosud_rast_mosk_fl.pdf
- [Shcherbakov et al.] Щербаков А.В., Любезнова Н.В., Борисова Е.А., Курганов А.А., Шилов М.П. 2022. Список сосудистых растений Ивановской области. М. 73 с.
- [Shemberg] Шемберг А.М. 2017. Структура растительного покрова и особенности почв листовенных экосистем северной тайги Средней Сибири (бассейн р. Нижняя Тунгуска). Бакалаврская работа. Красноярск. 44 с.
https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/34088/diplom_shemberg.pdf
- [Sheremetova] Шереметова С.А. 2011. Список сосудистых растений бассейна реки Томи. — *Ботанические исследования Сибири и Казахстана*. 17: 43–94.
- [Shmidt] Шмидт В.М. 2005. Флора Архангельской области. СПб. 346 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/shmidt2005_flora_arch_obl.djvu
- [Stepanov] Степанов Н.В. 2016. Сосудистые растения Приенисейских Саян. Красноярск. 252 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/stepanov2016_sosud_rast_prienisejsk_sajan.pdf
- [Stepanova] Степанова Н.Ю. 2012. Флора Кума-Маньчжурской впадины: Дисс. ... канд. биол. наук. М. 308 с.
- [Taisumov, Omarkhadzhieva] Тайсумов М.А., Омархаджиева Ф.С. 2012. Анализ флоры Чеченской республики. Грозный. 320 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/tajsumov2012_analiz_flory_tchetchensk_resp.djvu
- [Timoshok et al.] Тимошок Е.Е., Скороходов С.Н., Райская Ю.Г., Тимошок Е.Н. 2008. Видовое раз-

- нообразии сосудистых растений южной части государственного природного заповедника “Тунгусский”. — В сб.: Труды ГПЗ “Тунгусский”. Вып. 2. Томск. С. 19–55.
<https://clck.ru/3A5i2h>
- [Turchin et al.] Турчин Т.Я., Турчина Т.А., Федяева В.В., Миронова Н.В. 2004. Древесная флора. — В сб.: Флора, фауна и микобиота государственного музея-заповедника М.А. Шолохова. Ростов-на-Дону. С. 14–23.
http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/fl_fauna_mikobiota_muz_zapov_sholokhova_2004.djvu
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kuster W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. (Eds.) 2018. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Glashütten. 254 p.
<https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- [Tzvelev] Цвелев Н.Н. 2000. Определитель сосудистых растений северо-западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб. 781 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/tzvelev2000_opred_rast_sz.djvu
- [Vasilchenko] Васильченко З.А. 2003. Сосудистые растения Сохондинского заповедника (Аннотированный список видов). М. 87 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/vasilchenko2003_sosud_rast_sokhondinskogo_zapov_vyp_105.djvu
- [Vasilyev et al.] Васильев Н.В., Львов Ю.А., Плеханов Г.Ф., Логунова Л.Н., Мульдьяров Е.Я., Бибикова В.В., Волков А.Е., Кузьмин С.Л., Лапшина Е.Д., Папанотиди А.И., Сергиева З.М., Сидоров К.С., Травинский И.В., Шефтель Б.И., Щербина С.С. 2003. Государственный природный заповедник “Тунгусский” (очерк основных данных). — В сб.: Труды ГПЗ “Тунгусский”. Вып. 1. Томск. С. 33–89.
<https://clck.ru/3A5i2B>
- [Verkhovina] Верховина А.В. 2004. Флора сосудистых растений Приангарья в пределах Иркутской области: Дисс. ... канд. биол. наук. Иркутск. 281 с.
- [Vodopianova] Водопьянова Н.С. 1984. Зональность флоры Среднесибирского плоскогорья. Новосибирск. 157 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/vodopianova1984_zon_flory_vost_sib.pdf
- [Yakubov, Chernyagina] Якубов В.В., Черныгина О.А. 2004. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). Петропавловск-Камчатский. 160 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/yakubov_chernyagina2004_katalog_fl_kamchatki.pdf
- [Zernov] Зернов А.С. 2002. Определитель сосудистых растений севера Российского Причерноморья. М. 283 с.
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/zernov2002_opred_sosud_rast_sev_ross_pricher-nomorja.djvu

“LOCAL FLORAS OF RUSSIA” DATASET IN OPEN ACCESS

A. P. Seregin^{1, *}, D. A. Bochkov¹, K. Y. Marchenkova², Y. O. Magazov³,
S. V. Dudov¹, V. V. Chepinoga^{4, 5}

¹Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory, 1, Moscow, 119991, Russia

²MBCI “CLS” of the City of Seltso, Bryansk Region
Kuibysheva Str., 30, Seltso, Bryansk Region, 241550, Russia

³Chelyabinsk Children and Youth Camping Trip Centre “Kosmos”
Kulibina Str., 54, Chelyabinsk, 454085, Russia

⁴Leibniz University
Nienburger Str., 17, Hannover, 30167, Germany

⁵Irkutsk State University
Karl Marks Str., 1, Irkutsk, 664003, Russia

*e-mail: botanik.seregin@gmail.com

For the purpose of the *Atlas of the Russian Flora* production, we converted data from floristic checklists published in 636 sources from 1975 to 2023 into e-form. We gave preference to complete floristic checklists, however for some areas with low data density partial lists, route records, vegetation relevés and reviews, and in some cases, scattered publications with floristic records also served as data sources. As of April 4, 2024, the *Local Floras of Russia* dataset (doi: 10.15468/rxtjt2) contains 682,130 plant records from 3,297 geographic locations. The geographic coordinates and georeferencing accuracy are indicated for all species

within each floristic list. The average georeferencing accuracy is 28 km. Open access to the database is provided through the GBIF, which allows users to download it either as a whole or in parts, in tabular form. New sources are continuously incorporated into the database.

Keywords: spatial data, plant geography, bibliography, vascular plants

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was supported by the Russian Science Foundation grant No. 21-77-20042. Some references unavailable on the web were sent us by V.A. Kanev (Syktyvkar), N.V. Filippova (Khanty-Mansiysk), D.N. Shaulo (Novosibirsk), S.A. Sheremetova (Kemerovo), I.N. Pospelov (Moscow), N.N. Panasenkov (Bryansk), and I.V. Kuzmin (Tyumen). We express our deep gratitude to them.

REFERENCES

- Adjieva A.I. 2015. Checklist of vascular plant flora of the Sarykum Massif (Dagestan). — *Bot. Zhurn.* 100(12): 1298–1310 (In Russ.).
<https://doi.org/10.1134/S0006813615120054>
- Alekseev Y.E., Alekseev E.B., Gabbasov K.K., Gorchakovskii P.L., Gubanov I.A., Gufranov I.B., Kuzyakhmetov G.G., Kulagin Y.Z., Kucherov E.V., Minibaev R.G., Naumova L.G., Nazirova Z.M., Shurova E.A., Khairatdinov S.S. 1988. Key to higher plants of the Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic. Part 1. Moscow. 316 p. (In Russ.).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/opred_vys_rast_bashkirii1988_1.djvu
- Alekseev Y.E., Galeeva A.Kh., Gubanov I.A., Gufranov I.B., Zhirnova T.V., Knyazev M.V., Kulagin Y.Z., Kulakovskaya L.A., Kultiasov I.M., Kucherov E.V., Mikhailova T.P., Muldashev A.A., Skvortsov A.K., Tikhomirov V.N., Shurova E.A. 1989. Key to higher plants of the Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic. Part 2. Moscow. 316 p. (In Russ.).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/opred_vys_rast_bashkirii1989_2.djvu
- Antipova E.M. 2012. Flora of inland island forest-steppes of Central Siberia. Krasnoyarsk. 662 p. (In Russ.).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/antipova2012_flora_vnutrikont_ostrovn_lesost_sred_sibiri.pdf
- Artemov I., Egorova A. 2021. Locations of plants on dot distribution maps in the Flora of Siberia (Flora Sibiraea, 1987–1997). Version 1.2. Central Siberian Botanical Garden SB RAS. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/jb84wg>
- Barkalov V.Y. 2009. Flora of the Kuril Islands. Vladivostok. 468 p. (In Russ.).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/barkalov2009_flora_kuril.djvu
- Barkalov V.Y., Taran A.A. 2004. A checklist of vascular plants of Sakhalin Island. — *Flora and fauna of Sakhalin Island* (Materials of the International Sakhalin Project). Part 1. Vladivostok, 39–66 p. (In Russ.).
<https://www.biosoil.ru/storage/entities/publication/309/00000309.pdf>
- Belikov A.V., Galanin A.V. 1992. Vegetation cover of the Magadan Geobotanical Region. — *Komarovskie chteniya*. 39: 26–79 (In Russ.).
<https://www.biosoil.ru/storage/entities/fscpublication/701/3713f41c-9312-4036-926a-68f9d2ed04ef.pdf>
- Bochkov D.A., Seregin A.P. 2024. Local floras of Russia: records from literature. Version 1.75. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04.
<https://doi.org/10.15468/rxtjt2>
- Buks I.I. 1964. On some new fragments of steppe vegetation in Yakut Arctic. — *Byulleten MOIP. Otd. biol.* 69(2): 135–137 (In Russ.).
- Bysyina M.F. 2009. Flora of the alass part of the Lena-Amga Interfluvium (Central Yakutia). Doct. Diss. Tomsk. 228 p. (In Russ.).
- Charkevich S., Bucz T., Jakubov V., Jaschenkova G. 1983. *Materies ad stadium florum districti Ajano-Majanensis provinciae Chabaroviensis*. — *Novosti sistematiki vysshikh rastenii*. 20: 203–224 (In Russ., Latin).
http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/novosti_sistematiki_vyssih_rasteniy_1983_20.djvu
- Chimonina I.V. 2004. Flora of the Priklaus Floristic Region (Central Ciscaucasia) and its analysis. Cand. Diss. Stavropol. 221 p. (In Russ.).
- Czerepanov S.K. 1973. *Addimenta et corrigenda ad "Floram URSS" (tomi I–XXX)*. Leningrad. 668 p. (In Russ.).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/czerepanov1973_svod.djvu
- Czerepanov S.K. 1981. *Plantae vasculares URSS*. Leningrad. 510 p. (In Russ., Latin).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/czerepanov1981_sosud_rast_ssr.djvu
- Czerepanov S.K. 1995. *Plantae vasculares Rossicae et civitatum collimitaneorum*. St. Petersburg. 992 p. (In Russ., Latin).
https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/czerepanov1995_sosud_rast_rus.djvu
- Drachev N.S. 2010. Flora of the southern taiga subzone within the Tyumen region. Cand. Diss. Novosibirsk. 331 + 307 p. (In Russ.).
- Fedyayeva V.V. 2004. Herbal flora of vascular plants. — *Flora, fauna and mycobiota of the State Museum-Reserve M.A. Sholokhov. Rostov-on-Don*. P. 24–74 (In Russ.).

- http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/fl_fauna_mikobiota_muz_zapov_sholokhova_2004.djvu
- Flora Putorana. Materials for understanding the characteristics of the composition and genesis of mountain subarctic floras of Siberia. 1976. Novosibirsk. 245 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/flora_putorana_1976.djvu
- Flora Taimyra. 2007–2024. <http://byrranga.ru/>
- Fundamentalnaya elektronnaya biblioteka “Flora i fauna”: rasteniya, zhivotnye, griby i vodorosli, teoriya evolyutsii i sistematiki. 2024. <https://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>
- GBIF Secretariat 2023. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-05. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Global Biodiversity Information Facility. 2024. <https://www.gbif.org/>
- Il'minskikh N.G. 2014. Florogenesis in the urban environment. Ekaterinburg. 470 p. (In Russ.).
- Ivanov A.A. 2004. Flora of the Stavropol Heights and its analysis. Cand. Diss. Stavropol. 224 p. (In Russ.).
- Jain S., De Buitleir A., Fallon E. 2020. A review of unstructured data analysis and parsing methods. — International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI). Pune, India. P. 164–169.
- iNaturalist contributors, iNaturalist. 2024. iNaturalist Research-grade Observations. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/ab3s5x>
- Kildyushevskii I.D. 1964. To the flora of the upper reaches of the Vilyuy. — Forests of South Yakutia. Moscow. P. 148–193 (In Russ.).
- Krasnoborov I.M., Lomonosova M.N., Shaulo D.N., Kutssev M.G., Krasnikov A.A. et al. 2003. Key to plants of the Altai region. Novosibirsk. 634 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/opred_rast_altajsk_kraja_2003_v2.djvu
- Kulikov P.V. 2005. Checklist of the flora of the Chelyabinsk Region (vascular plants). Miass. 537 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/kulikov2005_konsp_fl_chel_obl.pdf
- Kulikov P.V. 2010. Key to vascular plants of Chelyabinsk Region. Yekaterinburg. 969 p. https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/kulikov2010_opred_sosud_rast_cheljabinsk_obl.djvu
- Lukicheva A.N. 1963. Vegetation of the north-west of Yakutia and its connection with the geological structure of the area. Moscow, Leningrad. 168 p. (In Russ.).
- Martynenko V.A., Gruzdev B.I., Kanev V.A. 2008. Local floras of the taiga zone of the Komi Republic. Syktyvkar. 76 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/martynenko2008_lokal_flory_taezhn_zony_resp_komi.pdf
- Matveyeva N.V. 1998. Zonation in plant cover of the Arctic. St. Petersburg. 220 p. (In Russ.).
- https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/matveeva1993_zonaln_rastit_arkt.pdf
- Matveyeva N.V., Zanolka L.L. 2017. Changes in vascular flora in Dickson settlement vicinity (Western Taymyr) in between 1980 and 2012 years. — Bot. Zhurn. 102(6): 812–846 (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0006813617060072>
- Mironenko O.N., Petrovskii V.V., Yurtsev B.A. 1971. A contribution to the knowledge of the flora in the central part of Putorana Plateau (Central Siberian Plateau). — Bot. Zhurn. 56(7): 982–988 (In Russ.).
- Murtazaliev R.A. 2009. Checklist of the flora of Dagestan. Makhachkala: Vol. 1. 320 p.; Vol. 2. 248 p.; Vol. 3. 304 p.; Vol. 4. 231 p.
- Naumenko N.I. 2003. Flora of the southern Trans-Urals. Doct. Diss. St. Petersburg. 812 p.
- Nedoluzhko V.A., Denisov N.I. 2001. Vascular flora of the Russky Island (Peter the Great Gulf, Sea of Japan). Vladivostok. 98 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/nedoluzhko2011_flora_ostr_russkij.pdf
- Nelson G., Ellis S. 2019. The history and impact of digitization and digital data mobilization on biodiversity research. — Philosophical Transactions of the Royal Society B. 374(1763): 20170391. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0391>
- OOPT Rossii. 2024. <http://www.oopt.aari.ru/>
- Polezhayev A.N., Berkutenko A.N. 1982. Vascular plants of the upper reaches of the Anadyr River. — Bot. Zhurn. 67(10): 1400–1408 (In Russ.).
- Pospelov I.N., Seregin A.P. 2023a. Methodology for creating a dataset of dot maps of records in the monograph “Vascular Plants of the Soviet Far East”. — Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii. 22(2): 262–267 (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/pbssm.2020138>
- Pospelov I.N., Seregin A.P. 2023b. Vascular plants of the Soviet Far East (1985–2006): georeferenced records from dot maps. Version 1.3. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/pa3dv8>
- Pospelova E.B., Pospelov I.N. 2007. Flora of vascular plants of Taimyr and adjacent territories. Part 1. Annotated checklist of flora and its general analysis. Moscow. 457 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/pospelova2007_fl_sosud_rast_tajmyra_1.pdf
- Prokopenko S.V. 2014. Vascular flora of the Trudnyi Peninsula (Nakhodka City and its vicinity). — Komarovskie chteniya. 62: 106–228 (In Russ.). <https://www.biosoil.ru/storage/entities/fscpublication/842/a8af05b3-1f18-4f58-9224-56f7b13809c9.pdf>
- Rebristaya O.V. 2013. Flora of the Yamal Peninsula. Modern state and history of formation. St. Petersburg. 312 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/rebristaya2013_fl_poluostr_jamal.djvu

- Shcherbakov A.V., Lyubeznova N.V. 2018. List of vascular plants of Moscow flora. Moscow. 160 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/scherbakov2018_spis_sosud_rast_mosk_fl.pdf
- Shcherbakov A.V., Lyubeznova N.V., Borisova E.A., Kurganov A.A., Shilov M.P. 2022. List of vascular plants of the Ivanovo region. Moscow. 73 p. (In Russ.).
- Shemberg A.M. 2017. Structure of vegetation cover and soil characteristics of larch ecosystems in the northern taiga of Central Siberia (Lower Tunguska River basin). Bachelor thesis. Krasnoyarsk. 44 p. (In Russ.). https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/34088/diplom_shemberg.pdf
- Sheremetova S.A. 2011. List of the vascular plants of a river basin of Tom. — *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana*. 17: 43–94 (In Russ.).
- Shmidt V.M. 2005. Flora of the Arkhangelsk Region. St. Petersburg. 346 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/shmidt2005_flora_arch_obl.djvu
- Seregin A.P. 2012. Flora of Vladimir Oblast, Russia: Checklist and atlas. Tula. 620 p. (In Russ.). <https://istina.msu.ru/download/58403700/1rwd1L:ihpCqCSliU54aVUNh1ONWTi2dYo/>
- Seregin A.P. 2021a. Contribution to the “Atlas of the Russian Flora”: Twelve local floras of European Russia. — *Biodiversity Data Journal*. 9: e73013. <https://doi.org/10.3897/bdj.9.e73013>
- Seregin A. 2021b. Twelve local floras of European Russia. Version 1.4. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/35rwhv>
- Seregin A. 2024. Moscow University Herbarium (MW). Version 1.326. Lomonosov Moscow State University. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/cpnhec>
- Seregin A.P., Bochkov D.A., Shner J.V., Garin E.V., Pospelov I.N. et al. 2020. “Flora of Russia” on iNaturalist: a dataset. — *Biodiversity Data Journal*. 8: e59249. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e59249>
- Seregin A., Stepanova N. 2024. MHA Herbarium: collections of vascular plants. Version 1.233. Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2024-04-04. <https://doi.org/10.15468/827lk2>
- Stepanov N.V. 2016. Vascular plants of the Yenisei Sayans. Krasnoyarsk. 252 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/stepanov2016_sosud_rast_prienisejsk_sajan.pdf
- Stepanova N.Y. 2012. Flora of the Kuma-Manych Depression. Cand. Diss. Moscow. 308 p. (In Russ.).
- Taisumov M.A., Omarkhadzhieva F.S. 2012. Analysis of the flora of the Chechen Republic. Grozny. 320 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/tajsumov2012_analiz_flory_tchetchensk_resp.djvu
- Timoshok E.E., Skorokhodov S.N., Raikaya Y.G., Timoshok E.N. 2008. Species diversity of vascular plants in the southern part of the Tungusky State Nature Reserve. — *Proceedings of the Tungusky State Reserve*. Vol. 2. Tomsk. P. 19–55. (In Russ.).
- Tzvelev N.N. 2000. Manual of the vascular plants of North-West Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod provinces). St. Petersburg. 781 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/tzvelev2000_opred_rast_sz.djvu
- Turchin T.Ya., Turchina T.A., Fedyayeva V.V., Mironova N.V. 2004. Tree flora. — *Flora, fauna and mycobiota of the State Museum-Reserve M.A. Sholokhov*. Rostov-on-Don, 14–23 pp. (In Russ.). http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/fl_fauna_mikobiota_muz_zapov_sholokhova_2004.djvu
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kuster W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. (Eds.) 2018. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Glashütten. 254 p. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- Vasilchenko Z.A. 2003. Vascular plants of the Sokhondinsky Nature Reserve (Annotated list of species). Moscow. 87 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/vasilchenko2003_sosud_rast_sokhondinskogo_zapov_vyp_105.djvu
- Vasilyev N.B., Lvov Y.A., Plekhanov G.F., Logunova L.N., Muldiyarov E.Ya., Bibikova V.V., Volkov A.E., Kuzmin S.L., Lapshina E.D., Papanotidi A.I., Sergieva Z.M., Sidorov K.S., Travinskii I.V., Sheftel B.I., Shcherbina S.S. 2003. State Nature Reserve “Tungusky” (essay on basic data). — *Proceedings of the Tungusky State Reserve*. Vol. 1. Tomsk. P. 33–89 (In Russ.).
- Verkhovzina A.V. 2004. Flora of vascular plants of the Sayan Area within the Irkutsk Region. Cand. Diss. Irkutsk. 281 p. (In Russ.).
- Vodopyanova N.S. 1984. Zoning of the flora of the Central Siberian Plateau. Novosibirsk. 157 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/vodopyanova1984_zon_flory_vost_sib.pdf
- Yakubov V.V., Chernyagina O.A. 2004. Catalog of Flora of Kamchatka (Vascular Plants). Petropavlovsk-Kamchatsky. 160 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/jakubov_chernyagina2004_katalog_fl_kamchatki.pdf
- Zernov A.S. 2002. Key to vascular plants of the north of the Russian Black Sea Region. Moscow. 283 p. (In Russ.). https://herba.msu.ru/shipunov/school/books/zernov2002_opred_sosud_rasd_sev_ross_prichernomorja.djvu

ИСТОРИЯ НАУКИ

**БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ГОЛОВКИН (1934–2011) –
БОТАНИК, ЦВЕТОВОД И ПОПУЛЯРИЗАТОР НАУКИ**

© 2024 г. Е. А. Боровичев¹, *, Л. Л. Виначева¹, Г. Л. Коломейцева²

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина, ФИЦ КНЦ РАН
Академгородок, 18а, Апатиты, Мурманская обл., 184209, Россия,

²Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
ул. Ботаническая, 4, Москва, 127276, Россия

*e-mail: e.borovichev@ksc.ru

Поступила в редакцию 25.07.2024 г.

Получена после доработки 10.08.2024 г.

Принята к публикации 13.08.2024 г.

Статья посвящена 90-летию выдающегося отечественного ботаника-энциклопедиста, профессора, доктора биологических наук Бориса Николаевича Головкина. Представлены основные вехи его биографии, обзор научной и научно-популярной деятельности. Статья построена на опубликованных работах Головкина, личных воспоминаниях авторов и архивных материалах.

Ключевые слова: Борис Николаевич Головкин, интродукция растений, популяризация ботаники, цветоводство, юбилей

DOI: 10.31857/S0006813624080072, **EDN:** PAWSZO



Борис Николаевич Головкин

Boris Nikolaevich Golovkin

22 августа 2024 г. исполнилось бы 90 лет выдающемуся отечественному ботанику-энциклопедисту, доктору биологических наук, профессору Борису Николаевичу Головкину. Он обладал очень широким научным кругозором от интродукции растений в условия Заполярья до практического использования растений тропиков и субтропиков в медицинских целях и без устали занимался популяризацией знаний о растениях. За свою жизнь он успел много сделать как в науке, так и в популяризации ботанических знаний, но, к сожалению, о нем опубликовано всего лишь небольшой некролог (Kolobov, Kolomeitseva, 2012). Настоящая статья призвана восполнить этот пробел.

Борис Николаевич родился в Москве в 1934 г. в семье служащих. Его отец, Николай Николаевич, до войны работал технологом института ЦНИИТМаш, погиб на фронте в ноябре 1943 г. Мать, Лидия Петровна, работала библиотекарем научной библиотеки им. Горького МГУ. Когда началась война, Борису было всего 6 лет, его младшему брату Саше — 3 года. Александр Николаевич впоследствии тоже окончил МГУ и стал выдающимся орнитологом. Семья жила напротив Кремля, возле Театра эстрады. Лидия Петровна во время войны сдавала кровь, чтобы принести детям донорский паек; сеяла под окнами полутораэтного домика морковку (никто не смел красть у вдовы).

В 1952 г. Борис окончил среднюю школу № 12 и поступил на первый курс биолого-почвенного факультета Московского государственного университета. Со второго курса университета Борис Николаевич проходил производственную практику в Полярно-альпийском ботаническом саду Кольского филиала АН СССР (ныне Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН). Окончив в 1957 г. кафедру геоботаники, он по направлению переехал работать в ПАБС, сначала в должности старшего лаборанта, затем младшего научного сотрудника.

Борис Николаевич начал свою научную работу под непосредственным руководством классика отечественной интродукции Н.А. Аврорина, что позволило ему впоследствии стать одним из ведущих специалистов в области интродукции и акклиматизации растений в России. Предметом его исследований стали особенности роста

и развития травянистых растений, переселенных в Кольскую Субарктику из разных регионов Земли. Одной из первых работ стали трехлетние (1956–1958) наблюдения за способностью интродуцированных растений возобновляться самосевом (Golovkin, 1961). Способность давать самосев была выявлена у 124 видов. Это направление в дальнейшем получило развитие в работах Г.Н. Андреева, М.Н. Костоломова и Г.А. Зуевой (Костровой) (Andreev et al., 1977; Andreev, Zueva, 1983; 1990).

В 1963 г. Борис Николаевич защитил кандидатскую диссертацию “Интродукция луковичных геофитов в условиях Субарктики”. Ему удалось зафиксировать изменения, происходящие с растениями в новых условиях обитания: изменения в числе метамерных частей, форме и размерах листьев и листочков околоцветника, окраске околоцветника и тычинок, тератологические изменения генеративных органов, а также выявить закономерности интродукции луковичных растений в условиях Субарктики. За критерий приживаемости растений была взята способность закладывать почки возобновления в новых условиях (Golovkin, 1963, 1965, 1966a, 1967a).

Важным результатом работы по изучению особенностей роста, развития и закономерностей приживаемости растений, переселенных в Заполярье, явился аннотированный перечень испытанных травянистых растений открытого грунта на интродукционных питомниках Полярно-альпийского ботанического сада за первые 25 лет его существования (1932–1956) (Avrogin et al., 1964). Изучение жизненных форм травянистых интродуцентов позволило выявить характерные для них типы развития дициклических побегов и сделать выводы об основных направлениях естественного отбора у переселенных на Север травянистых растений (Golovkin, 1963, 1966b, 1967b, 1969, 1970, 1973a, в, 1974b, 1976, 1979). В 1968–1977 гг. Б.Н. Головкин работал заведующим лабораторией интродукции растений.

Чтобы показать озеленительный ассортимент для гостей ботанического сада и обеспечивать семенами всех желающих, Борис Николаевич инициировал и участвовал в создании семенного питомника. По его инициативе также появилась альпийская горка, где собраны растения различных горных регионов.

Результаты почти двадцатилетних исследований обобщены в докторской диссертации “Основные закономерности поведения травянистых многолетников, переселенных в районы Субарктики” (Golovkin, 1974a). Борису Николаевичу удалось выявить особенности морфогенеза надземных побегов и подземных органов возобновления, а также прохождения фенофаз травянистых растений, продолжительность жизни растений и их отдельных органов, влияние особенностей полярного лета (полярного дня) на биологию интродуцентов.

Большое внимание он уделял значению жизненных форм и широты ареала растений для оценки возможности интродукции на Север представителей отдельных систематических групп растений. Анализ этих особенностей, проведенный с применением методов математической статистики, позволил создать модель своего рода “идеального интродуцента”, в котором сочетались все адаптационные возможности растений, успешно прошедших интродукционные испытания. Особо его интересовало изучение характеристик поведения растений в зависимости от погодных условий разных лет.

Важной частью научной деятельности Бориса Николаевича был ее прикладной аспект. В частности, он участвовал в работах по внедрению красивоцветущих интродуцентов разных жизненных форм в ассортимент озеленительных посадок населенных пунктов Мурманской области (Avrorin, Golovkin, 1972; Andreev, Golovkin, 1962, 1975; Andreev et al., 1976; Golovkin, 1967b, 1972b, 1973b). В 1965–1967 гг. участвовал в исследованиях по теме “Озеленительный ассортимент растений для промышленных предприятий Мурманской области (на примере АНОФ-2)”. В 1970–1975 гг. под его руководством выполнялась тема “Научные основы озеленения промышленных предприятий и общественно-бытовых помещений в условиях Крайнего Севера”.

В 1977 г. вместе с семьей Борис Николаевич переехал в Москву. С 1978 по 1980 г. работал заведующим филиалом Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова “Аптекарский огород”. С 1980 по 1984 г. он заведовал кафедрой ботаники, физиологии растений и агробиотехнологии аграрного факультета РУДН (Kuznetsov et al., 2011), где ему было присвоено звание профессора по кафедре.

В 1984 г. Борис Николаевич перешел на работу в Главный ботанический сад АН СССР на должность заведующего отделом тропических и субтропических растений (1984–2004), в 1988–1992 гг. он совмещал заведование отделом с должностью заместителя директора по научной работе, а по достижении 70-летнего возраста был переведен на должность главного научного сотрудника и продолжил активно работать над скринингом лекарственных растений еще несколько лет.

За время его двадцатилетнего руководства не самым простым отделом Главного ботанического сада произошла смена эпох — благословенное для Академии наук советское время сменилось перестройкой с резким уменьшением материального обеспечения и сокращением технического персонала. Готовившееся строительство Новой оранжереи, к разработке концепции которой Борис Николаевич приложил много усилий, было заморожено на неопределенный срок. Из-за отсутствия регулярного ремонта начались сбои в работе оборудования старой Фондовой оранжереи — поломки насосов в котельной, отключение электроснабжения, а значит, и отопления, в том числе, и в зимнее время. Борису Николаевичу удалось сплотить вокруг себя коллектив отдела. Здесь им и в соавторстве подготовлено несколько важных статей и изданий (Golovkin, 1991a, б, 1994; Golovkin, Kolomeitseva, 2007; Golovkin et al., 2010). Сотрудники отдела вспоминают зимние ночные звонки с сообщением об очередной аварии в котельной и как они съезжались и жгли костры прямо в оранжереях, чтобы хоть как-то уберечь тропические растения от гибели. Сохранилась старая фотография примерно 1987 г., где коллектив отдела празднует День ботаника, который появился по инициативе Бориса Николаевича.

В конце 1990-х гг. его увлекают исследования в области медицинской ботаники (Golovkin, 1996, 2004, 2006; Golovkin et al., 2002): он создает базу данных мировых ресурсов лекарственных растений. Эта работа вылилась в трехтомный справочник “Биологически активные вещества растительного происхождения” (Golovkin et al., 2002, 2001). Уже после смерти Бориса Николаевича вышла книга, подводящая некоторый итог этому этапу его научной деятельности — “Медицинская ботаника” (Golovkin et al., 2019). Эту работу завершили его ученики. Книга основывается

на собранной авторами информации о почти 12000 видах высших растений, водорослей, грибов и лишайников с известной биологической активностью, а также о 1500 биологически активных соединениях, встречающихся в 6500 видах растений.

Борис Николаевич был сам настоящим “ботаническим человеком” — активно участвовал в жизни Совета ботанических садов, говорил о необходимости сохранения редких и исчезающих видов растений Крайнего севера и высокогорий путем культивирования их в ботанических садах (Andreev, Golovkin, 1978), изучал и популяризовал историю интродукции в ботанических садах (Golovkin, 1981, 2003). Участвовал в работе над коллективной монографией “Флора Москвы” (Varlygina et al., 2007).

Этапной работой в научном творчестве Бориса Николаевича стала книга “Культивированный ареал растений” (Golovkin, 1988), где он на большом фактическом материале рассматривает основные закономерности формирования ареала, возникшего вне пределов естественного распространения вида и непосредственно связанного с культивированием растений. Эта работа до сих пор актуальна и используется при моделировании и прогнозе последствий неконтролируемого распространения натурализующихся интродуцентов. Очень интересна оригинальная методика проведения интродукционного районирования.

Признание и уважение Борису Николаевичу принесли более 160 опубликованных работ, из них около 30 монографий и научно-популярных книг (не считая переизданий), среди которых “История интродукции растений в ботанических садах” (Golovkin, 1981), “Роль интродукции в сохранении генофонда редких и исчезающих видов растений” (Rol'..., 1984) и многие другие.

Будучи талантливым популяризатором науки, Борис Николаевич всю жизнь щедро делился своими знаниями и опытом со всеми, кто его окружал. Он автор научно-популярных книг, которые зародили интерес и привели в науку несколько поколений ботаников. Его “О чем говорят названия растений” (Golovkin, 1986), “Самые-самые...: Рассказы о рекордах растительного мира” (Golovkin, 1982), “Чудеса живой природы” (Golovkin, Minin, 2001) и “1000 поразительных фактов из жизни растений” (Golovkin, 2001) выдержали несколько переизданий. Он участвовал

в написании большого количества ботанических энциклопедий и словарей. Книга “По дедовским рецептам: (русский народный опыт бытового использования растений)” (Golovkin, 1990) является одним из немногих примеров отечественного этноботанического исследования, написанного в научно-популярной форме очень живым языком. Впоследствии вышла книга “Исконно русская кухня. Рецепты, обычаи, традиции” (Golovkin, 2007), где эта тема была несколько расширена.

В 1980-е гг. Борис Николаевич — постоянный участник учебной телепрограммы “Ботаника”, автор книги для внеклассного чтения для учащихся 5–6 классов “Рассказы о растениях-переселенцах” (Golovkin, 1984). Его перу принадлежит несколько энциклопедий, в частности из серии “Я познаю мир” (Golovkin et al., 2006). Предвосхитив моду на научно-популярные издания по цветоводству, им были подготовлены справочники для цветоводов: “Декоративные растения СССР” (Golovkin et al., 1986), “Комнатные растения: справочник. Книга для любителей-цветоводов” (Golovkin et al., 1989), “Энциклопедия комнатного цветоводства” (Golovkin, 1993, Encyclopedia..., 2001), “Все о комнатных растениях” (Golovkin et al., 2001, 2002, 2003, 2004), “Аквилегия” (Golovkin, 2001), “Большая иллюстрированная энциклопедия комнатных растений” (Gapon et al., 2008), “Атлас комнатных растений” (Gapon et al., 2009), “Самая полная энциклопедия комнатных растений” (Gapon et al., 2012; Popova et al., 2012). Несколько книг были посвящены “самым-самым” комнатным растениям: “100 лучших цветущих комнатных растений” (Golovkin, Golovkina, 2005), “120 лучших пестролистных комнатных растений” (Golovkin, Schakhova, 2005), “50 лучших неприхотливых комнатных растений” (Golovkin, Golovkina, 2006). Первым печатным проектом, осуществленным Борисом Николаевичем вместе с сотрудниками отдела тропических и субтропических растений, стало создание коллективной монографии “Энциклопедия комнатного цветоводства” (1993), в которой приведены описания и даны практические рекомендации по агротехнике многих таксонов тропических и субтропических растений, содержащихся в коллекциях Фондовой оранжереи ГБС РАН. Борис Николаевич мог очень просто и увлекательно рассказать о самых сложных феноменах из жизни растений, он умело сочетал

самые современные научные исследования и факты из истории биологии, и сказки, легенды и мифы. Им же был подготовлен англо-русский и русско-английский словарь по ландшафтному дизайну и декоративному садоводству (Golovkin, 2008).

Доклады Бориса Николаевича на конференциях и совещаниях вызывали неизменный интерес аудитории, привлекали внимание и часто становились основой для сотрудничества со специалистами из разных учреждений. В эпоху “Железного занавеса” он относительно часто выезжал за рубеж. В 1972 г. участвовал в Международной выставке по цветоводству “Флорида 72” в Нидерландах. В августе-сентябре 1976 г. он принимал участие в Советско-Американской экспедиции по проведению ботанических исследований и сбору материалов по методам сохранения видов флоры, находящихся под угрозой исчезновения. Программа поездки предполагала ознакомление со структурой и разнообразием природных растительных сообществ, характерных для обитания редких видов, сбор образцов для посадки, знакомство с интродукционными коллекциями ряда ботанических садов и арборетумов для последующего обмена семенным и посадочным материалом. Район работы был выбран не случайно. Северо-восток США (Аппалачи, Адиронские горы и прилегающие равнины) относятся к области умеренно-широколиственных лесов.

Борис Николаевич много раз принимал участие в экспедиционных поездках по сбору семян и растений для переселения их в условия Заполярья. Первая его поездка состоялась в 1958 г. в Кишинев (Молдавия). В 1959 г. он собирал посадочный и посевной материал в Астрахани и Ялте. В 1961 г. совместно с Г.Н. Андреевым он совершил экспедиционную поездку в Кара-Калу (Копет-Даг). Несколько раз Борис Николаевич посетил Алтай: в 1964 г. совместно с Л.А. Шавровым, в 1969 г. — возглавил отряд из шести сотрудников Сада (Г.Н. Андреев, А.П. Горелова, М.Л. Раменская, З.Г. Улле, Л.А. Шавров). Неоднократно сотрудники лаборатории и Ботанического сада под его руководством посещали Кавказ: 1966 г. — Нальчик, Кисловодск, Железноводск, 1971 г. — Бакуриани, 1974 г. — Теберда, 1975 г. — Кабардино-Балкарская АССР и Ставропольский край. В 1967 г. совместно с Н.М. Александровой, М.Л. Раменской и Л.А. Шавровым он побывал на Сахалине и Курильских островах.

Под руководством Бориса Николаевича защищены четыре кандидатских и одна докторская диссертации: Л.Л. Виравча “Семенное размножение некоторых интродуцированных на север травянистых многолетников” (1983), А.С. Петрова “Структура и формирование побеговой системы видов рода *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae Juss.)” (1988), Г.Л. Залукаева “Особенности онтогенеза тропических и субтропических орхидей в оранжерейной культуре” (1990), И.А. Трофимова “Биоморфологическая характеристика интродуцируемых видов семейства Acanthaceae Juss. s.l.” (1995) и Г.Л. Коломейцева “Морфо-экологические особенности адаптации тропических орхидных при интродукции” (2006).

Борис Николаевич был инициатором создания и первым председателем Кольского (ныне Мурманского) отделения Всесоюзного Ботанического общества (ныне Русское Ботаническое общество — РБО). Оно было организовано в июне 1963 г. группой энтузиастов. Отделение вело активную работу по популяризации ботанических знаний. По инициативе Бориса Николаевича начали проводить выставки срезочных растений на территории сада и в Кировске. После переезда Б.Н. Головкина в Москву руководителем отделения была избрана кандидат биологических наук Людмила Моисеевна Лукьянова.

Важными аспектами научной и общественной деятельности Бориса Николаевича были редактирование научных изданий, членство в редколлегиях научных журналов, в ученых советах ПАБСИ, ГБС РАН, консультирование и др. В 1970 г., еще во время работы в ПАБСИ, он был награжден медалью “За доблестный труд” за разработку озеленительного ассортимента растений для промышленных предприятий Мурманской области и его внедрение. За работу над коллективной монографией “Флора Москвы” Борис Николаевич был удостоен премии правительства Москвы в области охраны окружающей среды за 2008 г.

У Бориса Николаевича была счастливая семья, вместе с женой Галиной Васильевной они воспитали замечательных детей. Его дочь, Екатерина Борисовна, отучилась на театрального звукооператора, ее дети — Илья стал аквариумистом, а Дарья — ландшафтным дизайнером; сын — Александр Борисович стал архитектором, а его сын пошел по стопам отца.

Невозможно не сказать о личных качествах Бориса Николаевича. Он всегда был вместе с коллективом подразделений, которыми руководил. Закладка компостных куч, борьба с борщевиком, создание новых экспозиций, фенологические наблюдения — все эти работы проводились при его непосредственном участии. Своим примером он учил молодежь, как нужно работать, если выбрал профессию ботаника. Молодых специалистов Борис Николаевич учил работать с полученным материалом: правильно обрабатывать данные, должным образом представлять полученные результаты в статьях. Порой он просто переписывал статьи заново, особенно когда его ученики делали первые шаги в науке. При этом он всегда отказывался от соавторства. Считал, что опыт поставлен не им, а он, как руководитель, обязан научить своих учеников правильно писать и оформлять свои работы. Борис Николаевич всегда говорил, что к слову нужно относиться бережно и сам всегда следовал этому завету.

Энциклопедические знания Бориса Николаевича были востребованы не только в науке. Однажды он послал на программу “Что? Где? Когда?” плод лотоса, а знатоки не смогли ответить на этот вопрос. Результат — книга из серии ЖЗЛ. В базе данных вопросов “Что? Где? Когда?” есть несколько вопросов, основанных на его книгах. Например, в книге Бориса Головкина “О чем говорят названия растений” есть глава, в которой рассказывается о проблеме создания общей номенклатуры. Ее название — “АЛЬФА ботаников”. Назовите АЛЬФУ двумя словами”. Ответом оказалась Вавилонская башня. Действительно, Борис Николаевич в своей книге отсылает к мифу о вавилонской башне, рассказывая о создании ботанической номенклатуры, где из-за различия языков у ученых возникали разночтения.

Борис Николаевич был чрезвычайно скромным человеком. В Интернете можно найти всего один его портрет с сильно увеличенной фотографией, возможно, из какого-то документа. Зато от обложек написанных им книг в различных поисковых системах просто рябит в глазах. Примечателен такой факт: когда для галереи памяти выдающихся ученых ГБС РАН делали портрет Бориса Николаевича, нигде не нашли ни одной его фотографии со строгим лицом и в костюме. В результате взяли фотографию, где он улыбается, воротник рубашки расстегнут, а рукава закатаны,

и, с помощью фоторедактора, заменили одежду на официальный костюм с галстуком.

Борис Николаевич умер 22 сентября 2011 г., похоронен в Москве на Перепеченском кладбище. Все, кому довелось работать под руководством Бориса Николаевича, вспоминают его с большой теплотой как мягкого и доброжелательного человека, справедливого руководителя, увлеченного своим делом ученого и благодарны судьбе за то, что довелось работать вместе с ним, читать его статьи и книги. В небольшом очерке сложно охватить все стороны творческой и жизненной личности Б.Н. Головкина. Мы надеемся, что юбилей этого выдающегося ботаника и популяризатора науки привлечет интерес к его научному наследию.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны семье Б.Н. Головкина за предоставленные малоизвестные сведения о его биографии. Работа Г.Л. Коломийцевой выполнена в рамках темы ГЗ ГБС РАН № 123120600006-9 “Репродуктивная биология, сравнительная морфология и структурная эволюция в ключевых группах семенных растений”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Andreev et al.] Андреев Г.Н., Головкин Б.Н., Казаков Л.А. 1976. Озеленительно-климатическое районирование Мурманской области. — Зеленое строительство на Кольском Севере. Апатиты. С. 20–27.
- [Andreev et al.] Андреев Г.Н., Костоломов М.Н., Кострова Г.А. 1977. Натурализация интродуцированных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду. — Охрана ботанических объектов на Крайнем Севере. Апатиты. С. 101–115.
- [Andreev, Golovkin] Андреев Г.Н., Головкин Б.Н. 1962. Новые декоративные многолетники для Мурманской области. — Декоративные растения и озеленение Крайнего Севера СССР. М.—Л. С. 79–86.
- [Andreev, Golovkin] Андреев Г.Н., Головкин Б.Н. 1975. История создания и перспективы использования ассортимента озеленительных растений для Мурманской области. — Флористические исследования и зеленое строительство на Кольском полуострове. Апатиты. С. 73–87.
- [Andreev, Golovkin] Андреев Г.Н., Головкин Б.Н. 1978. Интродукция как метод сохранения редких и исчезающих видов растений Крайнего Севера и высокогорий. — Бюллетень Главного ботанического сада. 109: 3–6.
- [Andreev, Zueva] Андреев Г.Н., Зуева Г.А. 1983. О натурализации интродуцированных растений в лесах

- Крайнего Севера. — Тез. докл. VII делегатского съезда Всесоюзного ботанического общества (Донецк, 11–14 мая 1983 г.). Л. С. 383–384.
- [Andreev, Zueva] Андреев Г.Н., Зуева Г.А. 1990. Натурализация интродуцированных растений на Кольском Севере. Апатиты. 122 с.
- [Avrorin et al.] Аврорин Н.А., Андреев Г.Н., Головкин Б.Н., Кальнин А.А. 1964. Результаты интродукции травянистых растений в 1932–1956 гг. — Переселение растений на Полярный Север. Ч. 1. 500 с.
- [Avrorin, Golovkin] Аврорин Н.А., Головкин Б.Н. 1972. Дикорастущие декоративные растения в культуре на Крайнем Севере. — Растения природной флоры Сибири для зеленого строительства. Новосибирск. С. 14–20.
- [Encyclopedia...] Энциклопедия комнатного цветоводства. 2001. М. 296 с.
- [Garon et al.] Гапон В.Н., Горбатовский В. В., Головкин Б.Н. и др. 2012. Самая полная энциклопедия комнатных растений. М.: Астрель. 648 с.
- [Garon et al.] Гапон В.Н., Горбатовский В.В., Головкин Б.Н. и др. 2008. Большая иллюстрированная энциклопедия комнатных растений. М. 192 с.
- [Garon et al.] Гапон В.Н., Горбатовский В.В., Головкин Б.Н. и др. 2009. Атлас комнатных растений. М. 192 с.
- [Golovkin et al.] Головкин Б.Н., Демидов А.С., Кузьмин З.Е., Золкин С.Ю., Коломейцева Г.Л. 2010. Формирование коллекционных фондов тропических и субтропических растений. — История науки и техники. 5: 22–27.
- [Golovkin et al.] Головкин Б.Н., Золкин С.Ю., Трофимова И.А. 2019. Медицинская ботаника. М. 326 с.
- [Golovkin et al.] Головкин Б.Н., Колобов Е.С., Костюченко Л.П. 2001, 2002, 2003, 2004. Все о комнатных растениях. М. 368 с.
- [Golovkin et al.] Головкин Б.Н., Мазуренко М.Т., Черныш И.В. 2006. Я познаю мир. Загадочные растения. М. 398 с.
- [Golovkin et al.] Головкин Б.Н., Руденская Р.Н., Трофимова И.А., Шретер А.И. 2002. Биологически-активные вещества растительного происхождения. В 3 т. М.
- [Golovkin et al.] Головкин Б.Н., Чеканова В.Н., Шахова Г.И. и др. 1989. Комнатные растения. Справочник. Книга для любителей цветоводов. М. 431 с.
- [Golovkin, Andreev] Головкин Б.Н., Андреев Г.Н. 1963. Повторное цветение интродуцированных растений. — Бот. журн. 48: (1): 113–118.
- [Golovkin, Golovkina] Головкин Б.Н., Головкина Е.Б. 2005. 100 лучших цветущих комнатных растений. М. 94 с.
- [Golovkin, Golovkina] Головкин Б.Н., Головкина Е.Б. 2006. 50 лучших неприхотливых комнатных растений. М. 95 с.
- [Golovkin, Kitaeva, Nemchenko] Головкин Б.Н., Китаева Л.А., Немченко Э.П. 1986. Декоративные растения СССР. М. 320 с.
- [Golovkin, Kolomeitseva] Головкин Б.Н., Коломейцева Г.Л. 2007. Сравнительная оценка биологической активности наземных и эпифитных орхидных. — Вестник Тверского гос. ун-ва. 7 (35): 116–120.
- [Golovkin, Minin] Головкин Б.Н., Минин А.А. 2001. Чудеса живой природы. Атлас. М. 72 с.
- [Golovkin, Schakhova] Головкин Б.Н., Шахова Г.И. 2005. 120 лучших пестролистных комнатных растений. М. 96 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1961. Самосев интродуцированных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду. — Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 41: 22–26.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1963. Интродукция луковичных геофитов в условиях Субарктики. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 18 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1965. О продолжительности жизни луковичных растений. — Бот. журн. 51 (11): 1642–1645.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1966а. Морфологическая изменчивость луковичных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду. — Бот. журн. 51 (1): 95–100.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1966б. Об интродукции на север различных жизненных форм травянистых растений. — Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 62: 3–7.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1967а. Интродукция луковичных геофитов в условиях Заполярья. — Переселение растений на Полярный Север. Ч. 2. Л. С. 220–243.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1967б. О выпадении фазы розетки у *Centaurea montana* L. — Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 64: 80–82.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1967в. О некоторых трудностях создания озеленительного ассортимента озеленительных растений для Крайнего Севера. — Интродукция растений на Полярный Север. Л. С. 115–121.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1969. О типах развития дициклических побегов травянистых многолетников, интродуцированных в Полярно-альпийском ботаническом саду. — Ботанические исследования за Полярным кругом. Вып. 1. Апатиты. С. 24–31.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1970. Об основных направлениях естественного отбора у интродуцированных растений на Крайний Север травянистых многолетников. — Продуктивность биогеоценозов Субарктики: Материалы симпозиума по изучению, рациональному использованию и охране воспроизводимых природных ресурсов Крайнего Севера. Свердловск. С. 25–26.

- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1972а. Зависимость сроков фенофаз интродуцированных растений от метеорологических условий вегетационного периода. — Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М. Деп. в ВИНТИ. 5494-73. С. 73–98.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1972б. Современное состояние и задачи исследований по зеленому строительству на Крайнем Севере. — Проблемы ботанических и почвенных исследований на Кольском Севере. Апатиты. С. 11–18.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1973а. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север: Эколого-морфологический анализ. Л. 266 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1973б. Возможности расширения ассортимента декоративных травянистых многолетников открытого грунта для Крайнего Севера СССР. — Изучение ботанических и почвенных ресурсов в Мурманской области. Апатиты. С. 30–34.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1973в. Зависимость повторного цветения интродуцированных на Север многолетников от метеорологических условий в вегетационный период. — Изучение ботанических и почвенных ресурсов в Мурманской области. Апатиты. С. 40–44.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1974а. Основные закономерности поведения травянистых многолетников, переселенных в районы Субарктики. Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Л. 34 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1974б. Интродукционные фонды высокогорных флор. — Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания по вопросам изучения и освоения флоры и растительности высокогорий. Ставрополь. С. 238–241.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1976. Опыт оценки перспективности отдельных регионов для интродукции растений в Субарктику. — Интродукционные исследования на Кольском полуострове. Апатиты. С. 47–70.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1979. Значение антарктических и субантарктических районов для целей интродукции растений на Кольском Севере. — Вопросы интродукции растений на Кольском Севере. Апатиты. С. 30–41.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1981. История интродукции растений в ботанических садах. М. 128 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1982. Самые-самые (рассказы о рекордах растительного мира). М. 127 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1984. Рассказы о растениях-переселенцах. М. 129 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1986. О чем говорят названия растений. М. 160 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1990. По дедовским рецептам (русский народный опыт бытового использования растений). М. 208 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1991а. Определитель родов порядков Asparagales и Liliales. — Оранжерейные растения: Таблицы для определения: Сб. науч. ст. М. С. 34–68.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1991б. Ключ для определения видов рода *Agave* L. — Оранжерейные растения: Таблицы для определения: Сб. науч. ст. М. С. 68–74.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1993. Энциклопедия комнатного цветоводства. М. 343 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1994. Пестролистные растения в закрытом грунте. — Бюллетень Главного ботанического сада. 170: 11–14.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2001. Аквилегия. М. 28 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2001. 1000 поразительных фактов из жизни растений. М. 221 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2003. История интродукции растений и ее отражение в специальных коллекциях ботанических садов. — Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Мат. науч. конф., 23–25 сентября 2003 г., Санкт-Петербург. СПб. С. 117–118.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2004. Этноботаническая этимология и поиск новых полезных растений. — Бюллетень Главного ботанического сада. 187: 3–5.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2006. Латекс и протеазы у растений. — Бюллетень Главного ботанического сада. 191: 157–160.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2007. Исконно русская кухня. Рецепты, обычаи, традиции. М. 157 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 2008. Англо-русский и русско-английский словарь по ландшафтному дизайну и декоративному садоводству. М. 224 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1988. Культурный ареал растений. М. 184 с.
- [Golovkin] Головкин Б.Н. 1996. О генцентрах лекарственных растений. — Бюллетень Главного ботанического сада. 173: 50–56.
- [Kolobov, Kolomeitseva] Колобов Е.С., Коломейцева Г.Л. 2012. Памяти Бориса Николаевича Головкина (22.08.1934–20.09.2011). — Бюллетень Главного ботанического сада. 198(1): 85–86.
- [Kolomeitseva] Коломейцева Г.Л. 2006. Морфо-экологические особенности адаптации тропических орхидных при интродукции. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 38 с.
- [Kuznetsov et al.] Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А., Сурков В.А. 2011. История и современность кафедры ботаники, физиологии растений и агробиотехнологии. — Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 3: 30–35.
- [Petrova] Петрова А.С. 1988. Структура и формирование побеговой системы видов рода *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae Juss.). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 22 с.
- [Pорова et al.] Попова Г.Р., Коломейцева Г.Л., Гапон В.Н., Щелкунова Н.В., Горбатовский В.В., Головкин Б.Н., Колобов Е.С. 2012. Самая полная энциклопедия комнатных растений. М. 648 с.

- [Rol'...] Роль интродукции в сохранении генофонда редких и исчезающих видов растений. 1984. М. 198 с.
- [Trofimova] Трофимова И.А. 1995. Биоморфологическая характеристика интродуцируемых видов семейства Acanthaceae Juss. s.l. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 28 с.
- [Varlygina et al.] Варлыгина Т.И., Головкин Б.Н., Киселева К.В. 2007. Флора Москвы. М. 511 с.
- [Viracheva] Виращева Л.Л. 1983. Семенное размножение некоторых интродуцированных на север травянистых многолетников. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 18 с.
- [Zalukaeva] Залукаева Г.Л. 1990. Особенности онтогенеза тропических и субтропических орхидей в оранжерейной культуре. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 19 с.

BORIS NIKOLAEVICH GOLOVKIN (1934–2011): BOTANIST, FLORICULTURIST AND POPULARIZER OF SCIENCE

E. A. Borovichev^{1, *}, L. L. Viracheva¹, G. L. Kolomeitseva²

¹*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of Kola Science Center of RAS
Akademgorodok Str., 18A, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russia*

²*N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of RAS
Botanicheskaya Str., 4, Moscow, 127276, Russia*

[#]*e-mail: e.borovichev@ksc.ru*

The article is devoted to the 90th anniversary of the outstanding Russian botanist, professor, doctor of biological sciences Boris Nikolaevich Golovkin. The main milestones of his biography, an overview of scientific and science-popularizing activities are presented. The article is based on the analysis of published works of the scientist, personal memories and archival materials.

Keywords: Boris Nikolaevich Golovkin, introduction of plants, popularization of botany, floriculture, anniversary

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the family of B.N. Golovkin for providing little-known information on his biography. The work of G.L. Kolomeitseva was carried out within the framework of the state assignment project of the Main Botanical Garden of RAS No. 123120600006-9 “Reproductive biology, comparative morphology and structural evolution in key groups of seed plants”.

REFERENCES

- Andreyev G.N., Golovkin B.N. 1962. Novye dekorativnye mnogoletniki dlya Murmanskoi oblasti [New decorative perennials for the Murmansk region]. — *Dekorativnye rasteniya i ozeleneniye Krainego Severa SSSR*. Moscow-Leningrad. P. 79–86 (In Russ.).
- Andreyev G.N., Golovkin B.N. 1975. Istoriya sozdaniya i perspektivy ispol'zovaniya assortimenta ozelenitel'nykh rastenii dlya Murmanskoi oblasti [History of creation and prospects of using the assortment of landscaping plants for the Murmansk Region]. — *Floristicheskiye issledovaniya i zelenoye stroitel'stvo na Kol'skom poluostrove*. Apatity. P. 73–87 (In Russ.).
- Andreyev G.N., Golovkin B.N. 1978. Introduktsiya kak metod sokhraneniya redkikh i ischezayushchikh vidov rastenii Krainego Severa i vysokogorii [Introduction as a method of conservation of rare and endangered plant species of the Far North and high mountains]. — *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*. 109: 3–6 (In Russ.).
- Andreyev G.N., Golovkin B.N., Kazakov L.A. 1976. Ozenitel'no-klimaticheskoye raionirovaniye Murmanskoi oblasti [Landscaping and climatic zoning of the Murmansk Region]. — *Zelenoye stroitel'stvo na Kol'skom Severe*. Apatity. P. 20–27 (In Russ.).
- Andreyev G.N., Kostolomov M.N., Kostrova G.A. 1977. Naturalizatsiya introdutsirovannykh rastenii v Polyarno-al'piiskom botanicheskom sadu [Naturalization of introduced plants in the Polar-Alpine Botanical Garden]. — *Okhrana botanicheskikh ob'yektov na Krainem Severe*. Apatity. P. 101–115 (In Russ.).
- Andreyev G.N., Zuyeva G.A. 1983. O naturalizatsii introdutsirovannykh rastenii v lesakh Krainego Severa [On the naturalization of introduced plants in the forests of the Far North]. — *Tezisy dokladov VII delegatskogo s'yezda Vsesoyuznogo botanicheskogo obshchestva* (Donetsk, 11–14 maya 1983 g.). Leningrad. P. 383–384 (In Russ.).

- Andreyev G.N., Zuyeva G.A. 1990. Naturalizatsiya introdutsirovannykh rastenii na Kol'skom Severe [Naturalization of introduced plants of the Kola North]. Apatity. 122 p. (In Russ.).
- Avrorin N.A., Andreyev G.N., Golovkin B.N., Kal'nin A.A. 1964. Rezul'taty introduktsii travyanistykh rastenii v 1932–1956 gg. [Results of herbaceous plants introduction in 1932–1956]. – Pereseleniye rastenii na Polyarnyi Sever Part 1. 500 p. (In Russ.).
- Avrorin N.A., Golovkin B.N. 1972. Dikorastushchiye dekorativnye rasteniya v kul'ture na Krainem Severe [Wild ornamental plants in culture in the Far North]. – Rasteniya prirodnoi flory Sibiri dlya zelenogo stroitel'stva. Novosibirsk. P. 14–20 (In Russ.).
- Entsiklopediya komnatnogo tsvetovodstva [Encyclopedia of indoor floriculture]. 2001. Moscow. 296 p. (In Russ.).
- Gapon V.N., Gorbatsvskii V.V., Golovkin B.N. et al. 2008. Bol'shaya illyustrirovannaya entsiklopediya komnatnykh rastenii [The large illustrated encyclopedia of indoor plants]. Moscow. 192 p. (In Russ.).
- Gapon V.N., Gorbatsvskii V.V., Golovkin B.N. et al. 2009. Atlas komnatnykh rastenii [Atlas of indoor plants]. Moscow. 192 p. (In Russ.).
- Gapon V.N., Gorbatsvskii V.V., Golovkin B.N. et al. 2012. Samaya polnaya entsiklopediya komnatnykh rastenii [The most complete encyclopedia of indoor plants]. Moscow: Astrel'. 648 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1961. Samosev introdutsirovannykh rastenii v Polyarno-al'piiskom botanicheskom sadu [Self-sown introduced plants in the Polar-Alpine Botanical Garden]. – Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR. 41: 22–26 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1963. Introduktsiya lukovichnykh geofitov v usloviyakh Subarktiki [Introduction of bulbous geophytes in Subarctic conditions]: Abstr. ... Diss. Kand. Biol. Sci. Leningrad. 18 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1965. O prodolzhitel'nosti zhizni lukovichnykh rastenii [On the longevity of bulbous plants]. – Bot. Zhurn. 51 (11): 1642–1645 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1966a. Morfologicheskaya izmenchivost' lukovichnykh rastenii v Polyarno-al'piiskom botanicheskom sadu [Morphological variability of bulbous plants in the Polar-Alpine Botanical Garden]. – Bot. Zhurn. 51 (1): 95–100 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1966b. Ob introduktsii na sever razlichnykh zhiznennykh form travyanistykh rastenii [On introduction of different life forms of herbaceous plants to the North]. – Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR. 62: 3–7 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1967a. Introduktsiya lukovichnykh geofitov v usloviyakh Zapolyar'ya [Introduction of bulbous geophytes in the conditions of the Polar region]. – Pereseleniye rastenii na Polyarnyi Sever. Part 2. Leningrad. P. 220–243 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1967b. O vypadenii fazy rozetki u *Centaurea montana* L. [On the loss of the rosette phase in *Centaurea montana* L.]. – Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR. 64: 80–82 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1967c. O nekotorykh trudnostyakh sozdaniya ozelenitel'nogo assortimenta ozelenitel'nykh rastenii dlya Krainego Severa [On some difficulties of creating a landscaping assortment of landscaping plants for the Far North]. – In: Introduktsiya rastenii na Polyarnyi Sever. Leningrad. P. 115–121 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1969. O tipakh razvitiya ditsiklicheskiykh pobegov travyanistykh mnogoletnikov, introdutsirovannykh v Polyarno-al'piiskom botanicheskom sadu [On the types of development of dicyclic shoots of herbaceous perennials introduced in the Polar-Alpine Botanical Garden]. – Botanicheskiye issledovaniya za Polyarnym krugom. Iss. 1. Apatity. P. 24–31 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1970. Ob osnovnykh napravleniyakh yestetvennogo otbora u introdutsirovannykh rastenii na Krainii Sever travyanistykh mnogoletnikov [On the main directions of natural selection in herbaceous perennials introduced to the Far North]. – In: Produktivnost' biogeotsenozov Subarktiki: Materialy simpoziuma po izucheniyu, ratsional'nomu ispol'zovaniyu i okhrane vosproizvodimyykh prirodnnykh resursov Krainego Severa. Sverdlovsk. P. 25–26 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1972a. Zavisimost' srokov fenofaz introdutsirovannykh rastenii ot meteorologicheskikh uslovii vegetatsionnogo perioda [Dependence of timing of phenophases of introduced plants on meteorological conditions of the vegetation period]. – In: Metodika fenologicheskikh nablyudenii v botanicheskikh sadakh SSSR. Moscow. Dep. v VINITI. 5494-73. P. 73–98 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1972b. Sovremennoye sostoyaniye i zadachi issledovaniy po zelenomu stroitel'stvu na Krainem Severe [The current state and tasks of research on green building in the Far North]. – In: Problemy botanicheskikh i pochvennykh issledovaniy na Kol'skom Severe. Apatity. P. 11–18 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1973a. Pereseleniye travyanistykh mnogoletnikov na Polyarnyi Sever: Ekologo-morfologicheskii analiz [Migration of herbaceous perennials to the Polar North: Ecological and morphological analysis]. Leningrad. 266 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1973b. Vozmozhnosti rasshireniya assortimenta dekorativnykh travyanistykh mnogoletnikov otкрытого grunta dlya Krainego Severa SSSR [Possibilities of expanding the range of ornamental herbaceous perennials of open ground for the Far North of the USSR]. – In: Izucheniye botanicheskikh i pochvennykh resursov v Murmanskoi oblasti. Apatity. P. 30–34 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1973c. Zavisimost' povtornogo tsveteniya introdutsirovannykh na Sever mnogoletnikov ot meteorologicheskikh uslovii v vegetatsionnyi period [Dependence of repeated flowering of perennials introduced to the North on meteorological conditions during the growing season]. – In: Izucheniye botanicheskikh i pochvennykh resursov v Murmanskoi oblasti. Apatity. P. 40–44 (In Russ.).

- Golovkin B.N. 1974a. Osnovnye zakonomernosti povedeniya travyanistyykh mnogoletnikov, pereselennykh v raiony Subarktiki [The basic patterns of behavior of herbaceous perennials relocated to the Subarctic regions]: Abstr. ... Diss. Doct. Biol. Sci. Leningrad. 34 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1974b. Introduktsionnye fondy vysokogornyykh flor [Introduction funds of high-mountain floras]. — In: Tezisy dokladov VI Vsesoyuznogo soveshchaniya po voprosam izucheniya i osvoyeniya flory i rastitel'nosti vysokogorii. Stavropol'. P. 238–241 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1976. Opyt otsenki perspektivnosti otdel'nykh regionov dlya introduktsii rastenii v Subarktiku [Experience in assessing the prospects of certain regions for plant introduction to the Subarctic]. — In: Introduktsionnyye issledovaniya na Kol'skom poluostrove. Apatity. P. 47–70 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1979. Znachenie antarkticheskikh i subantarkticheskikh raionov dlya tselei introduktsii rastenii na Kol'skom Severe [The significance of Antarctic and sub-Antarctic regions for the purposes of plant introduction in the Kola North]. — In: Voprosy introduktsii rastenii na Kol'skom Severe. Apatity. P. 30–41 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1981. Istoriya introduktsii rastenii v botanicheskikh sadakh [The history of plants introduction in botanical gardens]. Moscow. 128 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1982. Samye-samye (rasskazy o rekordakh rastitel'nogo mira) [The very best (stories about records of the plant world)]. M. 127 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1984. Rasskazy o rasteniyah-pereselencah [Stories about migrating plants]. M. 129 p. (In Russ.).
- [Golovkin] Golovkin B.N. 1986. O chem govoryat nazvaniya rastenij [What plant names say?]. M. 160 p. (In Russ.).
- [Golovkin] Golovkin B.N. 1990. Po dedovskim receptam (russkij narodnyy opyt bytovogo ispol'zovaniya rastenij) [According to grandfather's recipes (Russian folk experience of household use of plants)]. M. 208 s. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1988. Kul'tigennyi areal rastenii [A cultigenic area of plants]. Moscow. 184 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1991a. Opredelitel' rodov poryadkov Asparagales i Liliales [Definition of genera of the orders Asparagales and Liliales]. — In: Oranzhereinye rasteniya: Tablitsy dlya opredeleniya: Collection of scientific works. Moscow. P. 34–68 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1991b. Klyuch dlya opredeleniya vidov roda *Agave* L. [A key for the identification of species of the genus *Agave* L.]. — In: Oranzhereinye rasteniya: Tablitsy dlya opredeleniya: Collection of scientific works. Moscow. P. 68–74 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1993. Entsiklopediya komnatnogo tsvetovodstva [Encyclopedia of indoor floriculture]. Moscow. 343 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1994. Indoor plants with variegated leaves. — Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR. 170: 11–14 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 1996. On the genetic centres of medicinal plants. — Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. 173: 50–56 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2001. Aquilegia. Moscow. 28 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2001. 1000 porazitel'nykh faktov iz zhizni rastenij [1000 amazing facts from the life of plants]. M. 221 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2003. Istoriya introduktsii rastenii i yeye otrazheniye v spetsial'nykh kollekttsiyakh botanicheskikh sadov [The history of plant introduction and its reflection in the special collections of botanical gardens]. — In: Biological Diversity. Plant Introduction. Materials of the Scientific Conference, September 23–25 2003, St. Petersburg. St. Petersburg. P. 117–118 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2004. Ethnobotanical etymology and screening of new useful plants. — Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. 187: 3–5 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2006. Latex and proteolytic enzymes in plants. — Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. 191: 157–160 (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2007. Iskonno russkaya kukhnya. Retsepty, obychai, traditsii [The native Russian cuisine. Recipes, customs, traditions]. Moscow. 157 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N. 2008. English-Russian and Russian-English dictionary of garden design and ornamental gardening. Moscow. 224 p. (In Russ. and Engl.).
- Golovkin B.N., Andreyev G.N. 1963. Povtornoye tsveteniye introdutsirovannykh rastenii [Repeated flowering of introduced plants]. — Bot. Zhurn. 48: (1): 113–118 (In Russ.).
- Golovkin B.N., Chekanova V.N., Shakhova G.I. et al. 1989. Komnatnye rasteniya: Spravochnik. Kniga dlya lyubitelei tsvetovodov [Indoor plants: Reference book. A book for amateur florists]. Moscow. 431 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Demidov A.S., Kuz'min Z.E., Zolkin S.Yu., Kolomeitseva G.L. 2010. Formirovaniye kollekttsionnykh fondov tropicheskikh i subtropicheskikh rastenii [Formation of collection funds of tropical and subtropical plants]. — Istoriya nauki i tekhniki. 5: 22–27 (In Russ.).
- Golovkin B.N., Golovkina E.B. 2005. 100 luchshikh tsvetushchikh komnatnykh rastenii [100 best flowering indoor plants]. Moscow. 94 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Golovkina E.B. 2006. 50 luchshikh neprihotlivykh komnatnykh rastenii [50 best unpretentious indoor plants]. Moscow. 95 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Kitaeva L.A., Nemchenko E.P. 1986. Dekorativnye rasteniya SSSR [Ornamental plants of the USSR]. M. 320 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Kolobov E.S., Kostyuchenko L.P. 2001, 2002, 2003, 2004. Vse o komnatnykh rasteniyakh [All about indoor plants]. Moscow. 368 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Kolomeitseva G.L. 2007. Comparative estimation of biological activity of terrestrial and epiphytic orchids. — Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. 7 (35): 116–120 (In Russ.).

- Golovkin B.N., Mazurenko M.T., Chernysh I.V. 2006. Ya poznayu mir. Zagadochnye rasteniya [I'm exploring the world. Mysterious plants]. Moscow. 398 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Minin A.A. 2001. Chudesa zhivoi prirody. Atlas [Wonders of wildlife. Atlas]. Moscow. 72 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Rudenskaya R.N., Trofimova I.A., Shreter A.I. 2002. Biologically active substances of plant origin. In 3 parts. Moscow.
- Golovkin B.N., Shakhova G.I. 2005. 120 luchshikh pestrolistnykh komnatnykh rastenii [120 best variegated indoor plants]. Moscow. 96 p. (In Russ.).
- Golovkin B.N., Zolkin S.Yu., Trofimova I.A. 2019. Medicinal Botany. Moscow. 326 p. (In Russ.).
- Kolobov E.S., Kolomeitseva G.L. 2012. Pamyati Borisa Nikolayevicha Golovkina (22.08.1934–20.09.2011) [In memory of Boris Nikolayevich Golovkin (22.08.1934–20.09.2011)]. — Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. 198(1): 85–86 (In Russ.).
- Kolomeitseva G.L. 2006. Morfo-ekologicheskiye osobennosti adaptatsii tropicheskikh orkhidnykh pri introduktsii [Morpho-ecological features of adaptation of tropical orchids during introduction]: Abstr. ... Diss. Doct. Biol. Sci. Moscow. 38 p. (In Russ.).
- Kuznetsov V.I., Dmitrieva G.A., Surkov V.A. 2011. History and the present of the chair of botany, plant physiology and agrobiotechnology. — RUDN Journal of Agronomy and industries. 3: 30–35 (In Russ.).
- Petrova A.S. 1988. Struktura i formirovaniye pobegovoi sistemy vidov roda *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae Juss.) [The structure and formation of the shoot system of species of the genus *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae Juss.)]: Abstr. ... Diss. Kand. Biol. Sci. Moscow. 22 p. (In Russ.).
- Popova G.R., Kolomeitseva G.L., Gapon V.N., Shchelkunova N.V., Gorbatovskii V.V., Golovkin B.N., Kolobov E.S. 2012. Samaya polnaya entsiklopediya komnatnykh rastenii [The most complete encyclopedia of indoor plants]. Moscow. 648 p. (In Russ.).
- Rol' introduktsii v sokhraneniye genofonda redkikh i ischezayushchikh vidov rastenii [The role of introduction in conservation of the gene pool of rare and endangered plant species]. 1984. Moscow. 198 p. (In Russ.).
- Trofimova I.A. 1995. Biomorfologicheskaya kharakteristika introdutsiruyemykh vidov semeistva Acanthaceae Juss. s.l. [Biomorphological characteristics of introduced species of the family Acanthaceae Juss. s.l.]: Abstr. ... Diss. Kand. Biol. Sci. Moscow. 28 p. (In Russ.).
- Varlygina T.I., Golovkin B.N., Kiseleva K.V. 2007. Flora Moskvy [The flora of Moscow]. Moscow. 511 c.
- Viracheva L.L. 1983. Semennoye razmnuzheniye nekotorykh introdutsirovannykh na sever travyanistykh mnogoletnikov [Seed propagation of some herbaceous perennials introduced to the North]: Abstr. ... Diss. Kand. Biol. Sci. Leningrad. 18 p. (In Russ.).
- Zalukayeva G.L. 1990. Osobennosti ontogeneza tropicheskikh i subtropicheskikh orkhidei v oranzhereinoi kul'ture [Features of ontogenesis of tropical and subtropical orchids in greenhouse culture]: Abstr. ... Diss. Kand. Biol. Sci. Moscow. 19 p. (In Russ.).