

# БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТОМ 109

9

сентябрь



НАУКА

— 1727 —



**RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE**

**BOTANICHESKII  
ZHURNAL**

**Volume 109**

**№ 9**

---

---

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. Bitjukova** (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., Pířhonice, 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 I. N. Safronova*

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 9, 2024

---

---

## СООБЩЕНИЯ

- Растительность заболочивающихся озер Хмелевского (Сочинский национальный парк, Краснодарский край)  
*Н. С. Ликсакова, Г. Я. Дорошина, Т. Г. Ивченко, Б. С. Туниев, К. В. Шукина, Д. С. Кессель* 837
- Новые ассоциации флористической классификации для псаммофитной травяной растительности на залежах в Южном Нечерноземье России  
*В. Э. Купреев, Ю. А. Семениченков, Е. М. Волкова* 849
- Особенности микроспорогенеза и формирования пыльцевого зерна у *Helianthus occidentalis* (Asteraceae)  
*А. А. Бабро, О. Н. Воронова* 876
- 

## ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

- New records of lichens for the Caucasus and Dagestan  
*А. В. Ismailov, I. N. Urbanavichene* 886
- 

## ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

- Редкие сообщества в растительном покрове Санкт-Петербурга  
*С. Д. Озерова, Е. С. Деркач, Е. А. Волкова* 891
- Pulsatilla vulgaris* (Ranunculaceae) conservation in Russia: habitat management to enhance the only population  
*I. A. Sorokina, E. A. Volkova, V. N. Khramtsov, A. V. Philippova, A. V. Leostrin, L. V. Gagarina, D. E. Himelbrant, E. M. Koptseva, L. E. Kurbatova, I. S. Stepanchikova* 908
- 

## ИСТОРИЯ НАУКИ

- Иван Владимирович Палибин (1872–1949) – друг и помощник забайкальских натуралистов  
*Р. А. Фандо, Г. И. Любина* 930
- 
-

# CONTENTS

---

---

Vol. 109, number 9, 2024

---

---

## COMMUNICATIONS

- Vegetation of swampy Khmelevsky lakes (Sochi National Park, Krasnodar Territory)  
*N. S. Liksakova, G. Ya. Doroshina, T. G. Ivchenko, B. S. Tuniev,  
K. V. Shchukina, D. S. Kessel* 837
- New associations of floristic classification for psammophytic herb vegetation on fallows  
in the Southern Non-Chernozem Region of Russia  
*V. E. Kupreev, Yu. A. Semenishchenkov, E. M. Volkova* 849
- Peculiarities of microsporogenesis and pollen formation in *Helianthus occidentalis* (Asteraceae)  
*A. A. Babro, O. N. Voronova* 876
- 

## Floristic records

- New records of lichens for the Caucasus and Dagestan  
*A. B. Ismailov, I. N. Urbanavichene* 886
- 

## Protection of plant world

- Rare plant communities in St. Petersburg vegetation cover  
*S. D. Ozerova, E. S. Derkach, E. A. Volkova* 891
- Pulsatilla vulgaris* (Ranunculaceae) conservation in Russia: habitat management to enhance  
the only population  
*I. A. Sorokina, E. A. Volkova, V. N. Khramtsov, A. V. Philippova, A. V. Leostrin,  
L. V. Gagarina, D. E. Himelbrant, E. M. Koptseva, L. E. Kurbatova, I. S. Stepanchikova* 908
- 

## History of science

- Ivan Vladimirovich Palibin (1872–1949). Friend and assistant of Transbaikalian naturalists  
*R. A. Fando, G. I. Liubina* 930
- 
-

СООБЩЕНИЯ

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАБОЛАЧИВАЮЩИХСЯ ОЗЕР ХМЕЛЕВСКОГО  
(СОЧИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ)<sup>1</sup>

© 2024 г. Н. С. Ликсакова<sup>1, \*</sup>, Г. Я. Дорошина<sup>1, \*\*</sup>, Т. Г. Ивченко<sup>1, \*\*\*</sup>, Б. С. Туниев<sup>2, \*\*\*\*</sup>,  
К. В. Шукина<sup>1, \*\*\*\*\*</sup>, Д. С. Кессель<sup>1, \*\*\*\*\*</sup>

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

<sup>2</sup>ФГБУ Сочинский национальный парк  
Курортный пр., 74, Сочи, 354002, Россия

\*e-mail: nliks@mail.ru

\*\*e-mail: marushka-le@mail.ru

\*\*\*e-mail: ivchenkotat@mail.ru

\*\*\*\*e-mail: btuniyev@mail.ru

\*\*\*\*\*e-mail: vyatka\_ks\_72@mail.ru

\*\*\*\*\*e-mail: dasha\_kessel@mail.ru

Поступила в редакцию 18.05.2024 г.

Получена после доработки 15.07.24 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

Растительность заболачивающихся озер Кавказа рассматривается на примере озер Хмелевского, расположенных на территории Сочинского национального парка (Краснодарский край). Здесь наблюдаются разные стадии заболачивания — от открытых озер до болот, образовавшихся на месте полностью заросших озер. Выделено пять ассоциаций болотной растительности и одна — прибрежно-водной. Сообщества этих ассоциаций образуют на зарастающих озерах следующие пояса: заболоченный минеральный берег, покрытый сообществами асс. **Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii**, **Cariceto rostratae–Warnstorfieta fluitantis**, **Junceto–Polytrichetum communaе**; обводненные участки, занятые зарослями укорененных в грунте осок (асс. **Caricetum rostratae**) или покрытые осоково-сфагновыми сплавами, образованными сообществами асс. **Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii** или **Cariceto rostratae–Sphagnetum flexuosi**; открытая вода, местами с прибрежно-водными сообществами асс. **Eleocharitetum austriacae**. Впервые для Кавказа описаны сообщества с доминированием в моховом покрове *Sphagnum jensenii* и видов рода *Polytrichum*. Динамика зарастания одного из озер прослежена по материалам исследований В.В. Акатова (1987) и космическим снимкам, на другом озере по космическим снимкам прослежена стабилизация сплавины. Отмечено сильное негативное влияние выпаса на растительность.

**Ключевые слова:** горные болота, болотная и прибрежно-водная растительность, классификация растительности, зарастание озер, Сочинский национальный парк, Западный Кавказ

DOI: 10.31857/S0006813624090017 EDN: PAUXIW

На Кавказе болота не занимают больших площадей, но вносят заметный вклад в биоразнообразие. На них сосредоточены многие виды сосудистых растений и мхов, не встречающиеся в других местообитаниях. Образование болот происходит как путем заболачивания переувлажненных участков суши, так и

через зарастание озер, которое часто связано с их обмелением (Sukachev, 1926; Nitsenko, 1967). На северо-западе Европейской России озерные отложения, подстилающие торф, свидетельствуют о происхождении значительной части болот из послеледниковых водоемов. На Кавказе эволюцию значительной части болот также связывают с отступлением горных ледников (Tumadzhyanov, 1948).

<sup>1</sup>Дополнительные материалы размещены в электронном виде по DOI: 10.31857/S0006813624090017

Процесс заболачивания озер происходит как путем внедрения растений, укореняющихся в минеральном грунте дна озера, так и путем образования наддыловых и надводных сплавин (Sukachev, 1926; Nitsenko, 1967). Все эти типы зарастания можно наблюдать на озерах Хмелевского.

Озера Хмелевского находятся недалеко от пос. Красная Поляна (Адлерский р-н Сочи, Краснодарский край) на территории Сочинского национального парка, на южном макросклоне Главного Кавказского хребта, относящегося к бассейну р. Мзымта. Они располагаются на пенебленизированном участке гребня восточного отрога хребта Ачишхо на высоте от 1700 до 1780 м над ур. моря, недалеко от верхней границы лесного пояса, в полосе буковых лесов. Название дано озерам в честь исследователя флоры и климата Красной Поляны Викентия Фердинандовича Хмелевского (1880–1933).

По геологическому строению территория сложена вулканогенно-осадочными породами юрского периода (Solod'ko, Til'ba, 2007). Основную роль в формировании озерных котловин сыграли суффозионные процессы, обусловленные тектоническими нарушениями, наличием трещиноватых зон и рыхлыми четвертичными отложениями на водораздельной поверхности (Tarchevskij, 2018). Таким образом, происхождение озер Хмелевского не связано с ледниками.

Для климатических условий рассматриваемого района характерно высокое обилие осадков – здесь холодные северные воздушные массы встречаются с теплыми атмосферными потоками, идущими с Черного моря (Solod'ko, Til'ba, 2007). По данным WorldClimе, среднегодовая температура составляет 5.5°C, средняя температура июля 15°C, среднегодовое количество осадков 1450 мм. Для метеостанции Ачишхо, расположенной в 1.5 км от озер Хмелевского на 100 м выше их (на высоте 1880 м), указывается средняя температура июля 12.6°C (Mogozov, 2020).

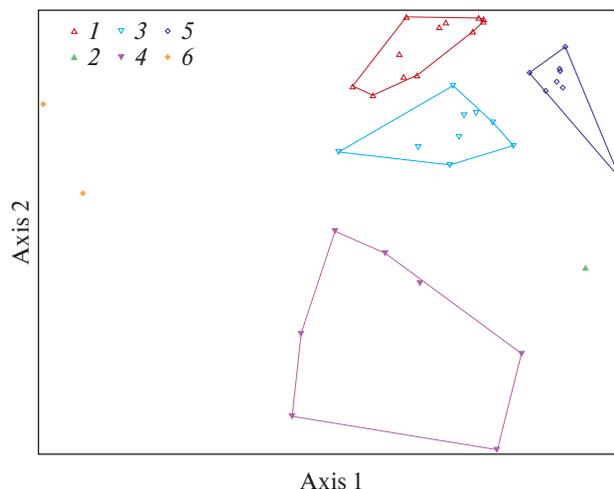
Всего здесь насчитывается до 20 озер. Самое большое озеро имеет площадь примерно 1 га и глубину около 2 м. Озера бессточные, их питание осуществляется за счет дождевых и талых вод. Зимой они промерзают. Стоячий характер озерных вод способствует активному зарастанию.

Растительность озер исследовалась ранее В.В. Акатовым (Akaton, 1986, 1987). По его данным воды этих озер очень слабо минерализованы (11.6–15.5 мг/л) и характеризуются кислой реакцией (pH 5.35–5.80). Зарастание озер происходит как посредством образования

сплавин, так и посредством укоренения на дне *Carex rostrata* Stokes. Образованию сплавин предшествует заполнение котловины погруженным под воду мхом *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. Для озера Большого В.В. Акатов (Akaton, 1987) приводит профиль сплавнины, на которой представлены следующие сообщества: **Caricetum rostratae sphagnetosum**, **Caricetum rostratae hypnetosum**, **Deschampsio–Caricetum dacicae**. Здесь же (Akaton, 1987) дана карто-схема зарастания озера Западного, на которой показано изменение его растительности в период с 1937 по 1984 г.

Самое крупное из озер Хмелевского, обследованных нами, – оз. Большое (площадь 9390 м<sup>2</sup>, глубина 2 м (Tarchevskiy, 2018), 43.717679°N, 40.200874°E). Значительная часть его покрыта осоково-сфагновой сплавной, примерно треть площади составляет открытая вода. На заболоченном берегу располагаются осоково-гипновые сообщества, а на менее обводненной его части – ситниковые (*Juncus filiformis* L.) фитоценозы с политриховыми и гипновыми мхами. Озеро Восточное (6050 м<sup>2</sup>, глубина 1 м, 43.716604°N, 40.204255°E) также в значительной степени покрыто сфагновой сплавной, открытая вода составляет не больше четверти его площади. Озеро Южное (4100 м<sup>2</sup>, глубина 1 м, 43.714593°N, 40.199754°E) полностью заросло, причем часть его покрыта осоково-сфагновой сплавной, на другой, мелководной, части представлены сообщества, часто монодоминантные, с преобладанием *Carex rostrata*, укореняющейся на дне. Преимущественно грунтовое зарастание наблюдалось на озере Западном (1620 м<sup>2</sup>, глубина 1.3 м, 43.714582°N, 40.195644°E) – помимо осоковых сообществ, здесь отмечены куртины болотницы (*Eleocharis austriaca* Hauek), встречается рогуз (*Typha latifolia* L.), а открытая вода составляет чуть больше половины площади озера. Кроме перечисленных, нами были обследованы 3 болота (43.720037°N, 40.195839°E; 43.719643°N, 40.194491°E; 43.716406°N, 40.193166°E), полностью покрытых сфагновыми мхами практически без открытой воды, расположенных к северо-востоку от Западного и Большого озер, и одно сильно нарушенное выпасом болото между Западным и Большим озерами (43.716085°N, 40.197868°E).

При описании данных сообществ нами были найдены новые для Кавказа мхи: вид – *Sphagnum jensenii* H. Lindb. и подвид – *Polytrichum commune* var. *perigoniale* (Michx.) Hampe. (Sofronova et al., 2024).



**Рис. 1.** Результаты NMS-ординации. Условные обозначения: 1 – асс. *Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii*, 2 – асс. *Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi*, 3 – асс. *Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis*, 4 – группа включает асс. *Junceto-Polytrichetum commune* и сообщества сходных местообитаний с участием *Juncus filiformis*, 5 – асс. *Caricetum rostratae*, 6 – асс. *Eleocharitetum austriacae*.

**Fig. 1.** Results of NMS ordination. Legend: 1 – Ass. *Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii*, 2 – Ass. *Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi*, 3 – Ass. *Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis*, 4 – group includes Ass. *Junceto-Polytrichetum commune* and communities of similar habitats with *Juncus filiformis*, 5 – Ass. *Caricetum rostratae*, 6 – Ass. *Eleocharitetum austriacae*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования болотной растительности на восьми зарастающих озерах Хмелевского проводились в августе 2023 г. Было выполнено 41 геоботаническое описание в естественных границах сообществ или на пробных площадках  $10 \times 10$  м. Отмечалось общее проективное покрытие травяного и мохового ярусов, а также проективное покрытие каждого вида. Были собраны гербарные образцы сосудистых растений и мохообразных. С помощью кондуктометра Hanna H199301 проводились замеры минерализации болотных и озерных вод. Для всех пробных площадей фиксировались географические координаты (в системе WGS 84) и высота над уровнем моря. Проводилась фотосъемка с координатной привязкой болот и отдельных сообществ.

Названия видов сосудистых растений даны согласно работе А.С. Зернова (Zernov, 2006) и интернет-ресурсу World Flora Online (WFO, 2024). Названия мхов приводятся по списку мхов Восточной Европы и Северной Азии (Ignatov et al., 2006), с учетом более поздних таксономических публикаций (Hassel et al., 2018). Латинские бинарные названия выделенных формаций и ассоциаций даны по видам-доминантам травяного и мохового ярусов (Shennikov, 1964).

Для первичной группировки описаний применялся табличный метод и результаты кластерного анализа

методом гибкой беты (flexible beta) при значении  $\beta = -0.25$  (Lance, Williams, 1967), для вычисления матрицы расстояний использовалась относительная дистанция Сьеренсена. Для выделенных групп проведена непрямая ординация неметрического многомерного шкалирования (NMS) в программе PC-ORD 6.12 (McCune, Mefford, 2011) в двумерном пространстве, с применением меры Брея–Кертиса, с предварительным логарифмированием данных о покрытии видов. Функция стресса составила 15.71975, кумулятивный вклад осей 0.778 и 0.371 (рис. 1). На основе этих групп были выделены ассоциации.

Несмотря на более значительный вклад оси 1, группы разделились преимущественно по оси 2. В ординационном пространстве сверху вниз расположились ассоциации ***Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii*** (рис. 1, 1), ***Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis*** (рис. 1, 3) и группа, включающая асс. ***Junceto-Polytrichetum commune*** и сообщества сходных местообитаний с участием *Juncus filiformis* (рис. 1, 4). Справа располагаются ассоциации ***Caricetum rostratae*** (рис. 1, 5) и сообщества ассоциации ***Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi*** (рис. 1, 2). Таким образом, группы сменяются от сфагновой сплавины и чистых зарослей *Carex rostrata* центральных частей озер через прибрежные осоково-гипновые сообщества к береговым фитоценозам с участием *Juncus filiformis*. На

удалении от выделенных кластеров (слева в ординационном пространстве) расположились описания прибрежно-водных сообществ, отнесенных нами с использованием литературных данных (Kimeridze, 1968) к ассоциации *Eleocharitetum austriacae* (рис. 1, б).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Озера Хмелевского являются олиготрофными — минерализация озерных вод по нашим данным составила 10–15 мг/л, лишь в заболоченных сообществах, расположенных ближе к берегу, она достигала 20 (редко 40) мг/л, что согласуется с данными В.В. Акатова (Akaton, 1986).

На заболачивающихся озерах можно выделить следующие пояса: заболоченный минеральный берег, покрытый ситниково-политриховыми, осоково-гипновыми и осоково-сфагновыми сообществами, обводненные участки с осоково-сфагновой сплавиной или зарослями укорененных в грунте осок и открытая вода.

Классификацией болотной растительности на Кавказе наиболее подробно занимались К.Р. Кимеридзе (Kimeridze, 1963, 1968) и В.В. Акатов (Akaton, 1986, 1987, 1989), поэтому именно с их работами мы сравниваем выделенные нами синтаксоны. Однако, в отличие от упомянутых выше авторов, мы объединили осоково-сфагновые ассоциации в формации по доминирующим видам сфагновых мхов, соглашаясь с мнением Т.К. Юрковской (Yurkovskaya, 1995), что в осоково-сфагновых сообществах сфагновые мхи являются более сильными эдификаторами, чем растения травяного яруса (табл. 1).

### Формация *Sphagneta jensenii* Акц. *Cariceto rostratae*—*Sphagnetum jensenii*

Сообщества данной ассоциации располагаются как на заболоченных берегах, так и на сплавиных. Они наиболее широко распространены, а образованные ими сплавины занимают значительные площади на большинстве описанных нами озер. Проективное покрытие *Carex rostrata* колеблется от 5 до 65%. Часто это единственный вид сосудистых растений, реже примешиваются *C. canescens* L. и *Juncus filiformis*, еще реже и только на полностью заросших озерах встречаются *Stellaria nemorum* L., *Epilobium montanum* L., *E. algidum* M. Vieb. и др. Мхи образуют сплошной покров, среди них доминирует *Sphagnum jensenii* (с покрытием от 25 до 98%). Местами обилеи *Sphagnum subsecundum* Nees, на

сплавиных на оз. Большом встречается *S. divinum* Flatberg et K. Hassel, занимая кочкообразные повышения. С незначительным обилием встречаются виды зеленых мхов — *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske, *Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenäs, ближе к берегу к сфагнуму примешивается *Polytrichum commune* var. *perigoniale*.

### Формация *Sphagneta flexuosi* Акц. *Cariceto rostratae*—*Sphagnetum flexuosi*

Сообщества данной ассоциации описаны на двух озерах, заросших в наибольшей степени. В обоих случаях они располагались недалеко от берега. В одном из описанных сообществ обилие *Carex rostrata* достигает 40%, в другом осока менее обильна, хотя и продолжает оставаться доминантом, к ней примешиваются *Juncus filiformis* и *Stellaria persica* Boiss. *Sphagnum flexuosum* Dozy & Molk. образует сплошное покрытие.

В.В. Акатов (Akaton, 1989) упоминает фацию со *Sphagnum flexuosum* в субасс. *Primulo auriculatae*—*Caricetum rostratae sphagnetosum*. Сообщества этой фации, по его данным, имеют очень ограниченное распространение. Ранее мы описывали формацию *Sphagneta flexuosi* на болотах в бассейне р. Черек Балкарский, но в травяном ярусе сообществ этой формации доминировали другие виды (Liksakova et al., 2023).

### Формация *Cariceta rostratae* Акц. *Cariceto rostratae*—*Warnstorfietum fluitantis*

Сообщества располагаются поясами шириной 1–3 м по топким берегам заболоченных озер. В травяном покрове доминирует *Carex rostrata* (от 8 до 50%). В основном она образует монодоминантные сообщества, реже содоминантами выступают *Eleocharis austriaca* и *Carex canescens*. Покрытие *Warnstorfia fluitans* колеблется от 20 до 90%, регулярно встречается с незначительным обилием *Straminergon stramineum*. На оз. Западном в моховом ярусе обилеи *Sphagnum auriculatum* Schimp. и встречается *S. platyphyllum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst., ранее не отмеченные здесь В.В. Акатовым (Akaton, 1987).

### Акц. *Caricetum rostratae*

В сильно обводненных местообитаниях встречаются сообщества, образованные практически чистыми зарослями *Carex rostrata*. Вода в таких сообществах стоит на уровне 15–30 см. Обилие осоки составляет от 15 до 90%. Моховой покров не выражен, лишь

**Таблица 1.** Классификация болотной растительности зарастающих озер Хмелевского  
**Table 1.** Classification of mire vegetation of overgrown Khmelevsky lakes

Формация / Formation	<i>Sphagneta jensenii</i>	<i>Sphagneta flexuosi</i>	<i>Cariceta rostratae</i>		<i>Junceta filiformis</i>	<i>Eleochariteta australis</i>
Ассоциация / Association	<i>Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii</i>	<i>Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi</i>	<i>Cariceto rostratae-Warnstorfietum fluitantis</i>	<i>Caricetum rostratae</i>	<i>Junceto-Polytrichetum communeae</i>	<i>Eleocharis austriaca</i>
Число описаний / Number of relevés	12	2	7	10	3	2
<i>Carex rostrata</i>	V 27	2 24	V 26	V 51	3 8	.
<i>Sphagnum jensenii</i>	V 67	.	III 2	I	1	.
<i>Sphagnum flexuosum</i>	.	2 98	.	.	.	.
<i>Warnstorfia fluitans</i>	III 4	.	V 53	I 2	3 7	1
<i>Polytrichum commune var. perigoniale</i>	II	.	.	.	3 60	.
<i>Juncus filiformis</i>	III	1 3	I	I	3 5	.
<i>Eleocharis austriaca</i>	.	.	I 1	I	.	2 70
<i>Carex canescens</i>	II 3	.	II 1	II	1 5	1 3
<i>Stellaria persica</i>	.	1 2	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	I	.	.	I 2	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	I	.	.	I 1	.	.
<i>Poa annua</i>	I	.	.	I	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	I	.	.	I	.	.
<i>Sphagnum subsecundum</i>	II 10	.	.	.	2 1	.
<i>Sphagnum auriculatum</i>	.	.	I 3	.	.	.
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	.	.	I 2	.	.	.
<i>Polytrichum densifolium</i>	I	.	I	.	.	.
<i>Straminergon stramineum</i>	III 1	.	III 1	.	2 2	.

**Примечание 1.** Римскими цифрами слева обозначены классы постоянства: I – менее 20%; II – 21–40; III – 41–60; IV – 61–80; V – 81–100% (при числе описаний менее 5 арабскими цифрами здесь указано число описаний, в которых вид был встречен); арабскими справа – среднее проективное покрытие, %.

**Note 1.** Roman numerals on the left indicate constancy classes: I – less than 20%; II – 21–40; III – 41–60; IV – 61–80; V – 81–100% (if the number of relevés is less than 5, Arabic numerals indicate the number of relevés where the species was recorded); Arabic numerals on the right – average projective coverage, %.

**Примечание 2.** Малообильные виды, отмеченные в одном или менее чем в 20% описаний сообществ одной ассоциации:

**Note 2.** Low-abundance species recorded in one or less than 20% of the relevés of communities of the same association:

**Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii** – *Epilobium algidum*, *Galeopsis tetrahit*, *Nardus stricta*, *Stellaria nemorum*, *Sphagnum divinum*; **Cariceto rostratae-Warnstorfietum fluitantis** – *Carex trancaucasica*, *Sphagnum fallax*; **Caricetum rostratae pura** – *Dentaria bulbifera*, *Typha latifolia*, *Brachythecium* sp., *Plagiomnium medium*; **Junceto-Polytrichetum communeae** – *Alchemilla retinervis*, *Callitriche palustris*, *Juncus tenuis*, *Plantago major*, *Potentilla elatior*, *Prunella vulgaris*, *Rorippa palustris*, *Rumex alpinus*, *Aulacomnium palustre*, *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *Bryum* sp., *Campylodelphus chrysophyllus*, *Dicranella* sp., *Funaria hygrometrica*, *Pohlia campotrachella*, *Polytrichum longisetum*.

изредка с незначительным обилием встречаются *Plagiomnium medium* (Bruch & Schimp.) T.J. Кор. и *Brachythecium* sp.

**Формация *Junceta filiformis***  
**Асс. *Junceto-Polytrichetum communae***

Сообщества встречаются по влажным берегам заболоченных озер. В травостое, помимо *Juncus filiformis*, обильна *Carex rostrata*, реже — *Carex canescens*. В моховом покрове доминирует *Polytrichum commune* var. *perigoniale*, регулярно встречается *Warnstorfia fluitans*, реже — *Straminergon stramineum*.

Помимо описанных ассоциаций и формаций, по заболоченным берегам исследуемых заболочивающихся озер были отмечены сообщества с доминированием *Carex canescens* и *Warnstorfia fluitans*, *Carex canescens* и *Polytrichum densifolium* Wilson ex Mitt., *Juncus filiformis* и *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst., *Juncus filiformis* и *Plagiomnium* sp., по которым пока недостаточно описаний для определения их синтаксономической принадлежности.

**Формация *Eleochariteta austriacae***  
**Асс. *Eleocharitetum austriacae***

Болотницевые (*Eleocharis austriaca*) сообщества (преимущественно монодоминантные) встречаются по краям слабо заросших озер, примыкая непосредственно к их открытой части. Они не занимают больших площадей, образуя небольшие пятна или узкие полосы. Эти сообщества могут быть отнесены к прибрежно-водной растительности.

Подобные сообщества были описаны В.В. Акатовым (Akaton, 1987) на плато Лагонаки. К.Р. Кимеридзе (Kimeridze, 1968) выделял сообщества с доминированием *Eleocharis leptostylopodiata* Zinserl. (= *E. austriaca* Науек) в отдельную формацию, монодоминантные заросли этого вида были отнесены им к асс. *Eleocharitetum leptostylopodiatae purum*.

Шесть из восьми исследованных озер в той или иной степени затянута сплавиной, при этом на четырех озерах сплавины образованы сообществами асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii*, на одном — асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum flexuosi* и на одном — сообществами обеих ассоциаций. Сообщества второй ассоциации располагались на полностью или почти полностью заросших озерах. Сплавина отсутствует лишь на оз. Западном, находящемся на более раннем этапе зарастания, и на болоте с сильно нарушенной выпасом растительностью.

Сообщества асс. *Cariceto rostratae–Warnstorfietum fluitantis* встречаются по заболоченным берегам практически всех озер, за исключением полностью заросшего озера и болота с сильно нарушенной выпасом растительностью. Сообщества асс. *Caricetum rostratae* располагаются в местах с открытой водой на всех озерах, кроме полностью заросшего. Сообщества асс. *Junceto–Polytrichetum communae* описаны на заболоченных берегах озер Большого и Восточного, на нарушенном выпасом болоте преобладает сообщество с доминированием *Carex canescens* и *Polytrichum densifolium*, которое перемежается здесь с остатками сообщества асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii*. Прибрежно-водные сообщества асс. *Eleocharitetum austriacae* описаны на наименее заросшем оз. Западном.

Согласно нашим исследованиям и анализу литературных источников о распространении выделенных ассоциаций в Кавказском регионе можно заключить, что одним из наиболее распространенных доминантов осоковых болот высокогорных районов Кавказа является *Carex rostrata* (синоним *Carex inflata* V.I. Krecz.) (Tumadzhyanov, 1948; Kimeridze, 1963; Akaton, 1987, 1989; Liksakova et al., 2023). Данный вид характеризуется широкой экологической амплитудой, занимая местообитания от евтрофных до олиготрофных, поэтому использовать его для характеристики синтаксонов не всегда возможно. При наличии в сообществах других видов, в особенности сфагновых мхов, обладающих более узкой экологической амплитудой и высокой эдификаторной ролью, следует отдавать им приоритет при классификации сообществ.

К.Р. Кимеридзе (Kimeridze, 1963) выделяет сообщества, в травяном ярусе которых доминирует *Carex rostrata*, в отдельную формацию. По данным автора, эта осока является главным пионером в процессе заболочивания субальпийских озер. В местах с глубиной воды 15–30 см он выделяет группу ассоциаций *Cariceta inflatae pura*, сравнимую с описанной нами асс. *Caricetum rostratae*. Из-за неустойчивого уровня воды мхи не могут создать здесь сплошного покрова. В.В. Акатов выделил сходные сообщества в субассоциацию *Primulo auriculatae–Caricetum rostratae typicum*, характерную для наиболее обводненных участков (Akaton, 1989).

Выделенная нами асс. *Cariceto rostratae–Warnstorfietum fluitantis* соответствует асс. *Carex inflata–Drepanocladus exannulatus* у Кимеридзе (Kimeridze, 1963), отнесенной им к группе асс. *Cariceta inflatae hypnosa*, к подгруппе, приуроченной к местообитаниям с относительно бедным минеральным составом относительно холодных грунтовых вод. Похожие сообщества (*Carex*

*rostrata* – *Comarum palustre* – *Warnstorfia exannulata*) описали В.А. Смагин и М.А. Бойчук в сходных условиях в Ленинградской обл. (Smagin, Wojchuk, 2022), где они образовались на мелководьях при зарастании озер после снижения уровня воды.

Сообщества, образованные *Carex rostrata* и сфагновыми мхами, Кимеридзе (1963) отнес к группе ассоциаций *Cariceta inflatae sphagnosa*. Акатов (Akaton, 1989) выделяет осоково-сфагновые сообщества в субасс. *Primulo auriculatae–Caricetum rostratae sphagnetosum*, рассматривая возможность выделения фаций и вариантов этой субассоциации на основе доминирования отдельных видов сфагновых мхов.

На Кавказе широко распространены осоково-сфагновые сообщества, образованные *Carex rostrata* совместно с другими видами сфагновых мхов – *Sphagnum subsecundum*, *S. teres*, *S. fallax*, *S. warnstorffii*, *S. angustifolium* и др. (Tumadzhyanov, 1948; Kimeridze, 1963; Liksakova et al., 2023). Сообщества, образованные *Carex rostrata* совместно со *Sphagnum jensenii*, описаны для Кавказа впервые. Этот вид сфагнума, встречающийся спорадически по всей бореальной зоне Голарктики, на Кавказе ранее не отмечался. Растет он обычно в сильно обводненных местах на олиготрофных болотах (Ignatov, Ignatova, 2003). На Северо-Западе России он чаще образует сообщества в мочажинах совместно с *Scheuchzeria palustris* L. и (или) *Carex limosa* L. (Botch, Smagin, 1993), но изредка встречается также и с *Carex rostrata* (Botch, 1986).

Сообщества с *Juncus filiformis* и гипновыми мхами описаны В.В. Акатовым (Akaton, 1987). Как по его данным, так и по нашим, эти сообщества формируют полосу вдоль береговой линии шириной 0.5–1.5 м и характерны для озер с низкоминерализованной водой со слабнокислой реакцией, однако состав мхов в описаниях Акатова отличается от описанного нами. Сообщества с доминированием в моховом ярусе политрихумов ранее на Кавказе не описывались.

Сообщества *Eleocharis austriaca* также приводятся В.В. Акатовым (Akaton, 1987) для плато Лагонаки, в то время как для бассейна р. Мзымты, по его данным, более характерны болотничево-гипновые сообщества.

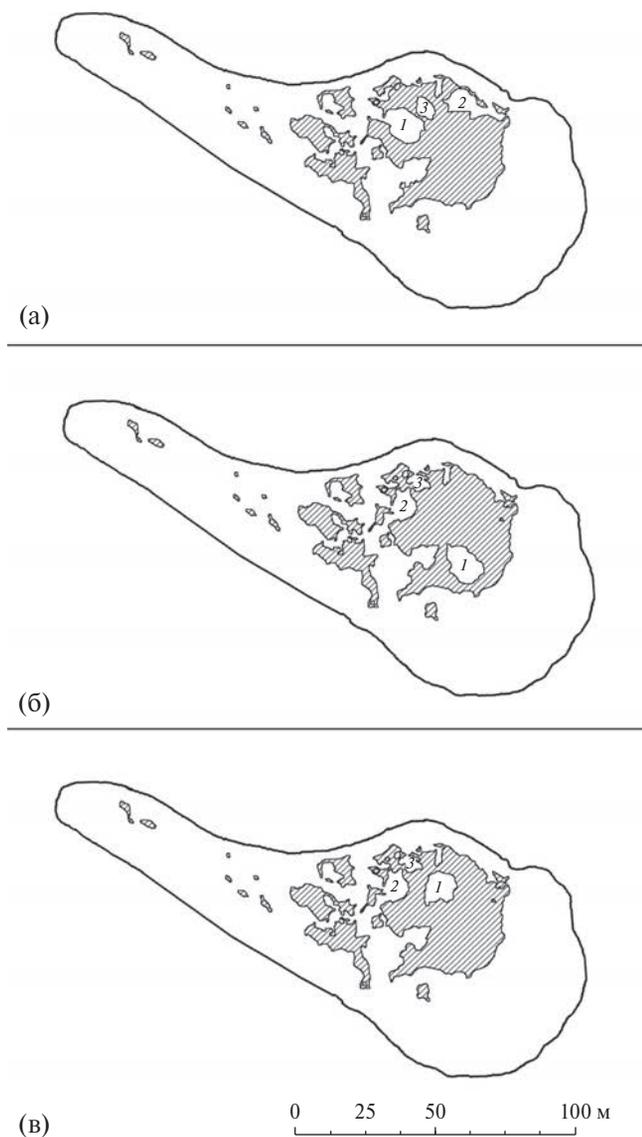
## ДИНАМИКА ЗАРАСТАНИЯ ОЗЕР И ФОРМИРОВАНИЯ СПЛАВИН

Согласно ботанико-лимнологической типологии озер В.В. Акатова (Akaton, 1987) исследованные нами озера относятся к осоково-болотничево-моховому

типу, для которого характерна низкая минерализация и слабнокислая реакция воды, в основном это бессточные суффозионные, тектонические и запрудные озера субальпийского пояса.

Строение осоково-сфагновой сплавины оз. Большого подробно описано и проиллюстрировано в диссертации В.В. Акатова (Akaton, 1987). Сплавина образована сообществами асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii*, она прерывается окнами открытой воды, а отдельные ее части не закреплены и представляют собой плавающие острова. По историческим космическим снимкам в GoogleEarth нам удалось отследить перемещение отдельных островов и изменение конфигурации сплавины в период с 2010 до 2022 г. (рис. 2). На снимках 2010 г. можно наблюдать подвижность трех островов, которые меняют свое расположение на разных снимках. В 2019 г. острова 2 и 3 занимают стабильное положение, причем остров 2 прирастает к основной сплавине, а остров 3 приближается к берегу и перестает перемещаться, хотя небольшое расстояние от берега сохраняется до сих пор. При этом остров 1 продолжает двигаться. Так, рис. 2, В и С сделаны по снимкам сентября и ноября 2022 г., т.е. за два месяца остров переместился из юго-восточной в северо-западную часть озера. Во время полевых исследований в 2023 г. он сместился к юго-западу относительно последнего снимка, но, возможно, он менял свое положение за истекший год неоднократно. Таким образом, в целом наблюдается стабилизация сплавины – уменьшение количества подвижных островов. Отрыв торфяной массы от основной сплавины может быть связан с резкими колебаниями уровня воды (Smagin, 2019), соответственно, по изменению динамики островов можно сделать предположение о стабилизации уровня воды в озере. При этом как на данном, так и на других озерах за отслеживаемый по космическим снимкам период (и за период, предшествовавший ему – по данным В.В. Акатова, (Akaton, 1987)) площадь сплавин не изменилась.

На озерах Восточном, Южном и других по космическим снимкам видно, что с 2010 г. не изменились не только площади сплавин, но и их очертания, и конфигурации окон в них. На оз. Западном можно отследить, как увеличиваются и смыкаются заросли осок со стороны западного берега. Эта же тенденция отмечалась здесь В.В. Акатовым (Akaton, 1987), который на карто-схеме отобразил увеличение площади сообщества *Carex rostrata* + *Calliargon cordifolium* в 1984 г. по сравнению с 1937 г. (рис. 3). В настоящее время в данных фитоценозах нами не был найден



**Рис. 2.** Изменение конфигурации сплавины оз. Большого (заштрихована открытая поверхность воды). 1, 2, 3 – обозначения перемещающихся островов. На основе исторических снимков GoogleEarth: А – 08.2010; В – 09.2022, С – 11.2022.

**Fig. 2.** Change in configuration of floating mat on Bolshoye Lake (open water surface is shaded). 1, 2, 3 – moving islands. Based on historical satellite images GoogleEarth: А – 08.2010; В – 09.2022, С – 11.2022.

*Calliergon cordifolium*, основным доминантом мохового яруса выступает *Warnstorfia fluitans*. Со стороны восточного берега, напротив, площадь открытой воды увеличилась. Это может быть связано с интенсивным выпасом – восточный берег озера наиболее сильно вытоптан. Но главное изменение, зафиксированное нами – это появление на южном и юго-западном берегах сообществ с участием сфагновых мхов

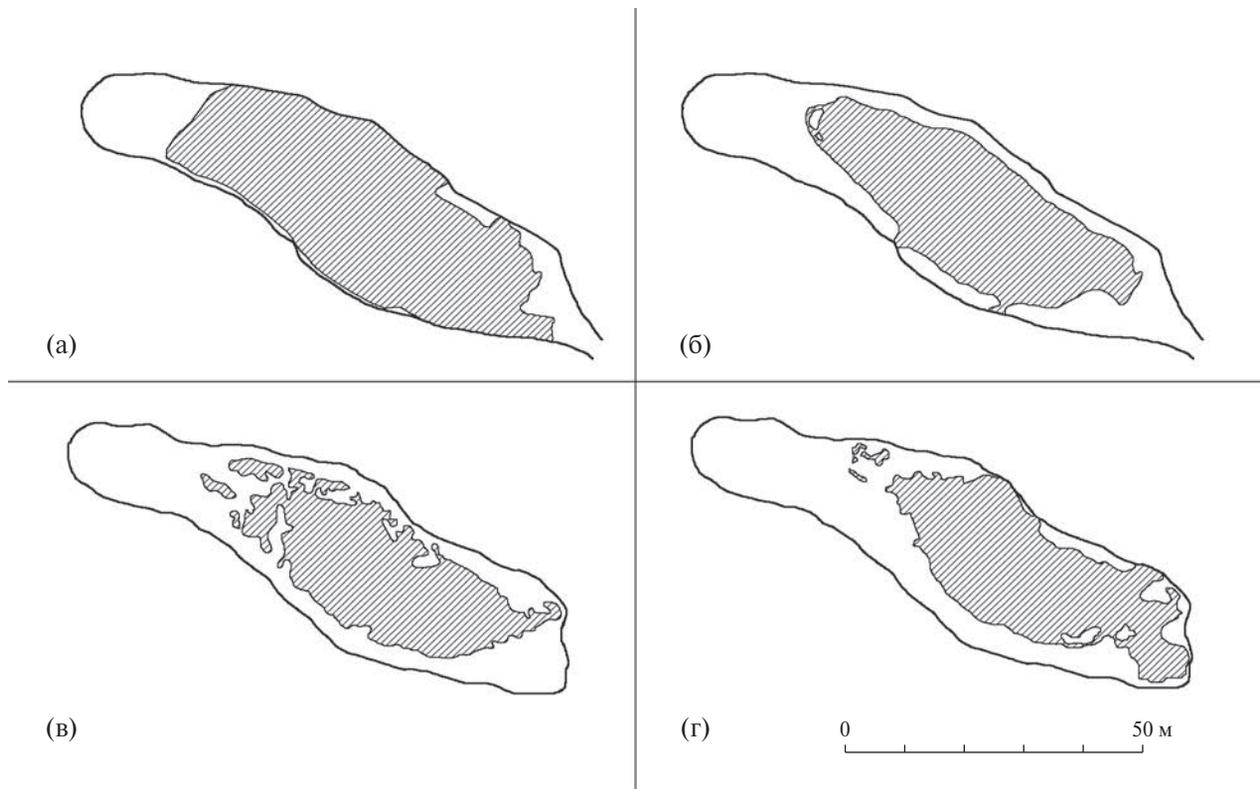
(*Sphagnum auriculatum* и *S. platyphyllum*). Сфагнумы образуют заметное покрытие в расположенных здесь сообществах асс. **Cariceto rostratae-Warnstorfiatum fluitantis**, сообщества с их участием не были отмечены на карто-схеме В.В. Акатова (Akotov, 1987). Вероятно, они появились недавно, причем эти виды сфагновых мхов на озерах Хмелевского отмечены только здесь. Подобную динамику – переход осоково-гипновых сообществ в осоково-сфагновые по краю озер в процессе их зарастания – наблюдали В.А. Смагин и М.А. Бойчук (Smagin, Wojchuk, 2022) в Ленинградской области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растительность заболачивающихся озер Хмелевского на первый взгляд выглядит относительно бедной и однообразной. Однако своеобразие этих сообществ определяется составом мохового покрова, в том числе присутствием вида и подвида, впервые отмеченных для Кавказа. Сообщества с доминированием *Sphagnum jensenii* и видов рода *Polytrichum* описаны здесь впервые. Образование последних вероятно связано с влиянием выпаса. На заболоченных берегах озер Большого и Восточного в них доминирует *Polytrichum commune* var. *perigoniale*, а на берегу сильно вытоптанного болота, расположенного между Западным и Большим озерами, преобладает *P. densifolium*.

Кроме того, здесь можно наблюдать разные стадии зарастания озер, отражающие естественные динамические процессы – от открытых и в разной степени заросших водоемов до развитых болот, образовавшихся на их месте. Также показаны современные изменения в подвижности сплавины и в процессе зарастания мелководной части.

Несмотря на то что озера Хмелевского расположены на особо охраняемой природной территории – в Сочинском национальном парке, сильное влияние на их растительность оказывает окружающая застройка и выпас скота. Так, на оз. Западном процесс зарастания западного берега идет параллельно с деградацией растительности вследствие выпаса на восточном берегу. А растительность одного из болот, расположенного между Западным и Большим озерами, практически уничтожена – моховой покров и слой торфа толщиной 5–10 см разбиты копытами и перемешаны с грунтом, осоки выедены под корень. Для сохранения редкой для Кавказа болотной растительности и естественных динамических процессов, а также видов, имеющих здесь единственное местонахождение,



**Рис. 3.** Зарастание оз. Западного: А – 1937 г., В – 1984 г., С – 2010 г., D – 2022 г. (А, В – по В.В. Акатову (Akotov, 1987), С, D – по историческим снимкам GoogleEarth). Штриховкой показана открытая поверхность воды.

**Fig. 3.** Overgrowth of Zapadnoye Lake: A – 1937, B – 1984, C – 2010, D – 2022 (A, B – according to Akotov (1987), C, D – based on historical satellite images GoogleEarth). Open water surface is shaded.

необходимо усиление природоохранного режима озер Хмелевского.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа Н.С. Ликсаковой, Т.Г. Ивченко, К.В. Щукиной, Д.С. Кессель выполнена по плановой теме “Растительность Европейской России и северной Азии: разнообразие, динамика, принципы организации” (№ 121032500047-1), работа Г.Я. Дорошиной – “Флора и систематика водорослей, лишайников и мохообразных России и фитогеографически важных регионов мира” № 121021600184-6. Авторы выражают глубокую признательность за помощь в организации экспедиции сотрудникам Сочинского национального парка С.И. Торлокяну и Г.В. Нубаряну.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Akotov] Акатов В.В. 1986. Основные тенденции в зарастании высокогорных озер Северо-Западного Кавказа. – Бот. журн. 71 (6): 798–804.  
 [Akotov] Акатов В.В. 1987. Растительность высокогорных

водоемов Северо-Западного Кавказа: Дис. ... канд. биол. наук. 229 с.

- [Akotov] Акатов В.В. 1989. К синтаксономии сообществ высокогорных болот и гидрофильных лугов Западного Кавказа. М. 32 с. Деп. в ВИНТИ, № 7472-B89.  
 [Botch] Боч М.С. 1986. О классификации болотной растительности (на примере сфагновых топей Северо-Запада РСФСР). – Бот. журн. 71(9): 1182–1192.  
 [Botch, Smagin] Боч М.С., Смагин В.А. 1993. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны. СПб. 224 с.  
 Hassel K., Kyrkjeide M.O., Yousefi N., Prestø T., Stenøien H.K., Shaw J.A., Flatberg K.I. 2018. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. – J. Bryol. 40 (3): 1–26.  
 Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezhgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of

- East Europe and North Asia. — *Arctoa*. 15: 1–130.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- [Ignatov, Ignatova] Игнатов М.С., Игнатова Е.А. 2003. Флора мхов средней части Европейской России. М. 608 с.
- [Kimeridze] Кимеридзе К.Р. 1963. Материалы к изучению формации осоки вздутой в высокогорных районах Кавказа. — *Сообщения АН Грузинской ССР*. 31 (2): 399–406.
- [Kimeridze] Кимеридзе К.Р. 1968. К изучению хвощевых и болотницевых ценозов на Кавказском хребте. — *Вопросы фитоценологии и экологии*. Тбилиси. С. 21–44.
- Lance G.N., Williams W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. — *The Computer Journal*. 9 (4): 373–380.
- [Liksakova et al.] Ликсакова Н.С., Шильников Д.С., Дорошина Г.Я. 2023. Растительность болот бассейна реки Черек Балкарский (Кабардино-Балкарская Республика). — *Бот. журн.* 108(12): 1065–1082.
- McCune B., Mefford M.J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software.
- [Morozov] Морозов Г.Л. 2020. Климат горной страны Кавказ. Климатические характеристики Фишт-Оштенской горной группы и плато Лагонаки. — *Гидросфера. Опасные процессы и явления*, 2(2), 196–213.  
<https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.196>
- [Nitsenko] Ниценко А.А. 1967. Краткий курс болотоведения. М. 148 с.
- [Shennikov] Шенников А.П. 1964. Введение в геоботанику. Л. 445 с.
- [Smagin] Смагин В.А. 2019. Болота крупнохолмистой возвышенности на востоке Новгородской области. — *Бюллетень Брянского отделения РБО*. 1 (17): 27–34.
- [Smagin et al.] Смагин В.А., Антипин В.К., Бойчук М.А. 2020. Болота центральной, возвышенной части кряжа Ветреный Пояс. — *Известия Русского Географического общества*. 152(5): 25–37.
- [Smagin, Wojchuk] Смагин В.А., Бойчук М.А. 2022. Сукцессии при современном заболачивании озер Ленинградской области. — *Бот. журн.* 107(3): 269–286.
- [Sofronova et al.] Софронова Е.В., Афонина О.М., Алексеева Д.К., Андреева Е.Н., Бакка С.В., Беляков Е.А., Бирюкова О.В., Бойчук М.А., Браславская Т.Ю., Чуракова Е.Ю., Чернядьева И.В., Дорошина Г.Я., Федосов В.Э., Фрейдин Г.Л., Гарин Э.В., Гинзбург Э.Г., Глазкова Е.А., Гольдштейн М.С., Гришуткин О.Г., Ивченко Т.Г., Кессель Д.С., Хайретдинова В.О., Константинова Н.А., Коротеева Т.И., Коткова В.М., Курбатова Л.Е., Кушневская Е.В., Кутенков С.А., Кузьмина Е.Ю., Лапшина Е.Д., Лавриненко О.В., Ликсакова Н.С., Нешатаева В.Ю., Попова Н.Н., Потемкин А.Д., Поткина Д.В., Рубцова А.В., Шукина К.В., Шестакова А.А., Шкурко А.В., Скворцов К.И., Смирнова Е.В., Телеганова В.В., Владимировна Т.Г., Воронова О.Г. 2024. Новые бриологические находки. 25. — *Arctoa*. 33: 81–103.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.33.xx> (в печати)
- [Solod'ko, Til'ba] Солодько А.С., Тильба П.А. 2007. Памятник природы “Озера Хмелевского”. Сочи. 35 с.
- [Sukachev] Сукачев В.Н. 1926. Болота, их образование, развитие и свойства. Л. 163 с.
- [Tarchevskiy] Тарчевский Б.А. 2018. Очерки географии Большого Сочи. Издательские решения. 154 с.
- [Tumadzhyanov] Тумаджанов И.И. 1948. Очерк болотной растительности долины р. Теберды. — *Труды Тбилисского ботанического института*. 12: 17–54.
- WorldClim <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html> (Accessed 03.03.2024)
- World Flora Online (WFO). <http://www.worldfloraonline.org/> (Accessed 01.05. 2024)
- [Yurkovskaya] Юрковская Т.К. 1995. Высшие единицы классификации растительности болот. — *Бот. журн.* 80 (11): 28–33.
- [Zernov] Зернов А.С. 2006. Флора Северо-Западного Кавказа. М. 664 с.

## VEGETATION OF SWAMPY KHMELEVSKY LAKES (SOCHI NATIONAL PARK, KRASNODAR TERRITORY)

N. S. Liksakova<sup>1, \*</sup>, G. Ya. Doroshina<sup>1, \*\*</sup>, T. G. Ivchenko<sup>1, \*\*\*</sup>, B. S. Tuniev<sup>2, \*\*\*\*</sup>,  
K. V. Shchukina<sup>1, \*\*\*\*\*</sup>, D. S. Kessel<sup>1, \*\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS  
Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia

<sup>2</sup>Sochi National Park  
Kurortny Ave., 74, Sochi, 354002, Russia

\*e-mail: nliks@mail.ru

\*\*e-mail: marushka-le@mail.ru

\*\*\*e-mail: ivchenkotat@mail.ru

\*\*\*\*e-mail: btuniyev@mail.ru

\*\*\*\*\*e-mail: vyatka\_ks\_72@mail.ru

\*\*\*\*\*e-mail: dasha\_kessel@mail.ru

The vegetation of swampy lakes in the Caucasus is considered using the example of Khmelevsky lakes, located on the territory of the Sochi National Park (Krasnodar Territory). On Khmelevsky lakes, different stages of mire formation are observed, from open lakes to mires originated from completely overgrown lakes. Five associations of mire vegetation and one of coastal-aquatic vegetation were identified. The communities of these associations form the following belts on overgrowing lakes: a swampy mineral shore covered with communities of ass. **Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii**, **Cariceto rostratae-Warnstorfiatum fluitantis**, **Junceto-Polytrichetum communae**; watered sites occupied by thickets of ground-rooted sedges (ass. **Caricetum rostratae**) or covered with sedge-sphagnum floating mats formed by communities of ass. **Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii** or **Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi**; open water, in some places with coastal-aquatic communities ass. **Eleocharitetum austriacae**. For the first time in the Caucasus, communities with the moss cover dominated by *Sphagnum jensenii* and species of the genus *Polytrichum* have been described. Based on research materials by V.V. Akatov (1987) and satellite images, the dynamics of stabilization of floating mat on one of the lakes and overgrowing of another lake were traced. A strong negative impact of grazing was noted.

*Keywords:* mountain mires, mire and coastal-aquatic vegetation, vegetation classification, lake overgrowth, Sochi National Park, Western Caucasus

### ACKNOWLEDGEMENTS

The work of the authors was carried out within the research projects of the Komarov Botanical Institute of RAS: “Vegetation of European Russia and North Asia: diversity, dynamics, organization principles”, No. 121032500047-1 (study by N.S. Liksakova, T.G. Ivchenko, K.V. Shchukina, D.S. Kessel), and “Flora and taxonomy of algae, lichens and bryophytes in Russia and phytogeographically important regions of the world”, No. 121021600184-6 (study by G.Ya. Doroshina).

The authors express their deep gratitude to the staff members of the Sochi National Park, S.I. Torlokyan and G.V. Nubaryan, for their help in organizing the expedition.

The authors express their deep gratitude to the staff of the Sochi National Park, S.I. Torlokyan and G.V. Nubaryan, for their help in organizing the expedition.

### REFERENCES

- Akatov V.V. 1986. Main trends in the overgrowth of alpine lakes in the North-Western Caucasus. — Bot. Zhurn. 71 (6): 798–804 (In Russ.).
- Akatov V.V. 1987. Vegetation of alpine reservoirs of the North-Western Caucasus: Diss. ... Kand. Biol. Sci. Maikop. 229 p.
- Akatov V.V. 1989. On the syntaxonomy of communities of high-altitude mires and hydrophilic meadows of the Western Caucasus. Moscow. 32 p. Deposited in VINITI. № 7472-B89 (In Russ.).

- Botch M.S. 1986. On the classification of mire vegetation (as exemplified by sphagnum bogs of the North-West of the RSFSR) – *Bot. Zhurn.* 71(9): 1182–1192 (In Russ.).
- Botch M.S., Smagin V.A. 1993. Flora and vegetation of mires in the North-West Russia and principles of their protection. Saint-Petersburg. 224 p. (In Russ.).
- Hassel K., Kyrkjeeide M.O., Yousefi N., Prestø T., Stenøien H.K., Shaw J.A., Flatberg K.I. 2018. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. – *J. Bryol.* 40 (3): 1–26.
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. – *Arctoa*. 15: 1–130.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- Ignatov M.S., Ignatova Ye.A. 2003. Flora of mosses in the middle part of European Russia. Moscow. 608 p. (In Russ.).
- Kimeridze K.R. 1963. Materials for the study of the formation of swollen sedges in the mountainous regions of the Caucasus. – *Soobshcheniya Akad. Nauk Gruzinskoy SSR.* 31 (2): 399–406 (In Russ.).
- Kimeridze K.R. 1968. On the study of horsetail and spikesedges cenoses in the Caucasian ridge. – *Questions of phytocenology and ecology.* Tbilisi. P. 21–44 (In Russ.).
- Lance G.N., Williams W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. – *The Computer Journal.* 9 (4): 373–380.
- Liksakova N.S., Shilnikov D.S., Doroshina G.Ya. 2023. Vegetation of the mires of the Cherek Balkarsky river basin (Kabardino-Balkarian republic). – *Bot. Zhurn.* 108 (12): 1065–1082 (In Russ.).
- McCune B., Mefford M.J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software.
- Morozov G.L. 2020. The climate of the mountainous country of the Caucasus. Climatic characteristics of the Fisht-Oshtensky mountain group and the Lagonaki plateau. – *Hydrosphere. Dangerous processes and phenomena.* 2(2): 196–213 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.196>
- Nitsenko A.A. 1967. A short course in bolotovedenie. Moscow. 148 p. (In Russ.).
- Shennikov A.P. 1964. Introduction to Geobotany. Leningrad. 445 p. (In Russ.).
- Smagin V.A. 2019. Mires of the large hilly uppland in the east of Novgorod region. – *Bulletin of Bryansk dept. of RBS.* 1 (17): 27–34 (In Russ.).
- Smagin V.A., Antipin V.K., Bojchuk M.A. 2020. The mires of the central, elevated part of the Windy Belt ridge. – *Proceedings of the Russian Geographical Society.* 152 (5): 25–37 (In Russ.).
- Smagin V.A., Bojchuk M.A. 2022. Succession in the modern waterlogging of lakes in the Leningrad region. – *Bot. Zhurn.* 107(3): 269–286 (In Russ.).
- Sofronova Ye.V. et al. 2024. New bryological findings. 22 *Arctoa* 33 (in print) (In Russ.).
- Sofronova E.V., Afonina O.M., Alekseeva D.K., Andrejeva E.N., Bakka S.V., Belyakov E.A., Biryukova O.V., Boychuk M.A., Braslavskaya T.Yu., Churakova E.Ju., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Fedosov V.E., Freydin G.L., Garin E.V., Ginzburg E.G., Glazkova E.A., Goldshtein M.S., Grishutkin O.G., Ivchenko T.G., Kessel D.S., Khairtadinova V.O., Konstantinova N.A., Koroteeva T.I., Kotkova V.M., Kurbatova L.E., Kushnevskaya E.V., Kutenkov S.A., Kuzmina E.Yu., Lapshina E.D., Lavrinenko O.V., Liksakova N.S., Neshataeva V.Yu., Popova N.N., Potemkin A.D., Potkina D.V., Rubtsova A.V., Shchukina K.V., Shestakova A.A., Shkurko A.V., Skvortsov K.I., Smirnova E.V., Teleganova V.V., Vladimirova T.G., Voronova O.G. 2024. New bryological findings. 25. – *Arctoa* 33:81-103.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.33.xx> (in print) (In Russ.)
- Solod'ko A.S., Til'ba P.A. 2007. The natural reserve “Lake Khmelevsky”. Sochi. 35 p. (In Russ.).
- Sukachev V.N. 1926. Swamps, their formation, development and properties. Leningrad. 163 p. (In Russ.).
- Tarчевский B.A. 2018. Essays on the geography of Greater Sochi. 154 p.
- Tumadzhyanov I.I. 1948. An outline of the mire vegetation of the Teberdy River valley. – *Trudy Tbilisskogo Botanicheskogo Instituta.* 12: 17–54 (In Russ.).
- World Flora Online (WFO).  
<http://www.worldfloraonline.org/> (Accessed 01.05. 2024).
- WorldClim.  
<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html> (Accessed 03.03.2024)
- Yurkovskaya T.K. 1995. The higher units of classification of mire vegetation. – *Bot. Zhurn.* 80 (11): 28–33 (In Russ.).
- Zernov A.S. 2006. Flora of the North-West Caucasus. Moscow. 664 p. (In Russ.).

## НОВЫЕ АССОЦИАЦИИ ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ПСАММОФИТНОЙ ТРАВЯНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЗАЛЕЖАХ В ЮЖНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РОССИИ

© 2024 г. В. Э. Купреев<sup>1, \*</sup>, Ю. А. Семенищенков<sup>1, \*\*</sup>, Е. М. Волкова<sup>3, \*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского

Бежицкая ул., 14, Брянск, 241050, Россия

<sup>2</sup>Тульский государственный университет

Ленина пр., 92, Тула, 300012, Россия

\*e-mail: mimiparcs@gmail.ru

\*\*e-mail: yuricek@yandex.ru

\*\*\*e-mail: convallaria@mail.ru

Поступила в редакцию 07.02.2024 г.

Получена после доработки 30.06.2024 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

В статье охарактеризованы псаммофитные травяные сообщества на залежах, которые отнесены к двум новым ассоциациям **Berteroo incanae-Hieracietum umbellati** ass. nov. и **Polytricho juniperini-Viscarietum vulgaris** ass. nov. в составе класса псаммофитной травяной растительности **Koelerio-Corynepherea canescentis** Klika in Klika et Novák 1941. Их сообщества представляют собой вторичную растительность на разных стадиях восстановительной сукцессии на месте олиготрофных сосновых лесов. На основе флористического сравнения, оценки экологических режимов местообитаний сообществ и NMDS-ординации ценофлор с использованием оптимальных шкал Х. Элленберга продемонстрированы отличия новых синтаксонов Южного Нечерноземья России от ранее установленных европейских единиц.

**Ключевые слова:** растительность залежей, псаммофитная травяная растительность, флористическая классификация, Южное Нечерноземье России

DOI: 10.31857/S0006813624090024 EDN: PASIFE

Изучению фитоценологического разнообразия и сукцессионных процессов в травяной растительности на залежах с песчаными почвами посвящены многочисленные исследования последних десятилетий (Bornkamm, 1998; Csecserits, Redei, 2001; Ejrnæs et al., 2008; Yamalov, Khasanova, 2008; Csecserits et al., 2011; Woch, 2011; Ovcharova, 2013; Albert et al., 2014; Ubugunov et al., 2018; и др.). В России такая растительность неоднократно становилась объектом для геоботанического изучения в Южном Нечерноземье (Kuz'menko, 2017; Bulokhov, 2019; Bulokhov et al., 2020; Klyuev, 2013; Kupreev, Seminishchenkov, 2022), где обширные пространства сельскохозяйственных земель расположены на песчаных зандровых равнинах и в долинах рек. На бедных питательными веществами сухих песчаных субстратах затруднена инвазия многих нитрофильных сегетальных видов, поэтому ценофлора залежей состоит, с одной стороны, из

типичных псаммофильных олиготрофных видов растений, а с другой — насыщена рудеральными видами, что обусловлено вторичностью сообществ и их нерегулярными нарушениями (распашка, вытаптывание, пожары и др.). В литературе отмечается, что на залежах с песчаными почвами большая часть видового состава естественных псаммофитных сообществ восстанавливается за 10–20 лет (Albert et al., 2014). Однако есть мнение, что в связи с изменением экологических условий на последующих стадиях сукцессии видовой состав залежей определяется в большей степени их возрастом, а не типом субстрата (Csecserits et al., 2011). Дополнительными факторами, влияющими на ход сукцессии, могут быть активность ветра и эрозионные процессы (Ubugunov et al., 2018).

Нередко на молодые залежи внедряются чужеродные виды, среди которых наиболее массово в Европейской России распространяются *Erigeron*

*annuus*, *E. canadensis*, *Oenothera biennis*, *O. rubricaulis* и некоторые другие (Bulokhov, Kharin, 2008; Арепуева, 2015; Bulokhov et al., 2020; Kupreev et al., 2021; Kupreev, Kholenko, 2023). Изменение флористического состава залежных сообществ на ботанико-географическом градиенте соответствует общей закономерности: постепенному выпадению из ценофлор субокеанических псаммофильных видов и обогащению субконтинентальными и континентальными при продвижении к юго-востоку на Русской равнине (Kupreev, Semenishchenkov, 2018, 2022).

С позиций флористической классификации, ксеромезофитные рудерализированные сообщества бедных питательными веществами песчаных почв субконтинентальных регионов Европы относятся к союзу **Hyperico perforati–Scleranthion perennis** Moravec 1967 и порядку **Trifolio arvensis–Festucetalia ovinae** Moravec 1967, представляющим класс псаммофитной травяной растительности **Koelerio–Corynepherea canescentis** Klika in Klika et Novák 1941 (Mucina et al., 2016). В России известны несколько ассоциаций, установленных в рамках этих

высших единиц, сообщества которых распространены на залежах (Kupreev, Semenishchenkov, 2022). При обследовании залежей на песчаных почвах в Южном Нечерноземье России нами были выделены новые типы псаммофитных травяных сообществ, описание которых и результаты их флористического сравнения с европейскими аналогами приведены в настоящей статье.

## ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование псаммофитной травяной растительности проводилось в 2018–2023 гг. в Брянской (Погарский р-н), Калужской (Перемышльский, Юхновский р-ны, национальный парк “Угра”), Смоленской (Рославльский р-н), Тульской (Белевский р-н) областях (рис. 1). Эта территория расположена между 52°00' и 55°42' с. ш., 30°36' и 36°30' в. д. и вытянута с севера на юг более чем на 500 км.

Климат региона умеренно-континентальный с умеренно-холодной зимой и теплым летом. Среднегодовая

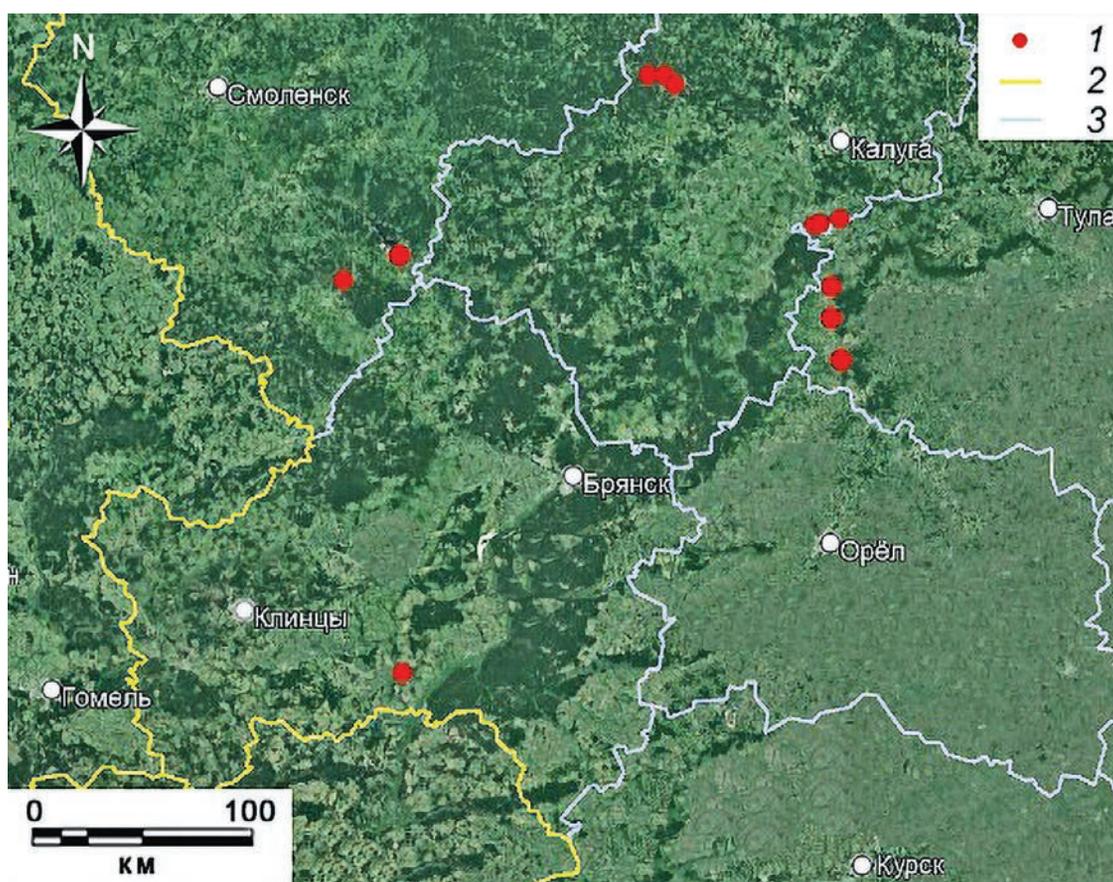


Рис. 1. Места геоботанических описаний в Южном Нечерноземье России.

1 – места геоботанических описаний, 2 – государственные границы, 3 – границы субъектов Российской Федерации.

Fig. 1. Places of relevés in the Southern Nechernozemye of Russia.

1 – locations of relevés, 2 – state borders, 3 – borders of the subjects of the Russian Federation.

температура – от 4.8 (северо-запад, Смоленская обл.) до 6.0°C (юго-восток, Тульская обл.). Среднегодовое количество осадков – от 650 мм (на северо-западе) до 580 мм (на юго-востоке).

Описания выполнены на водоразделе двух крупных речных систем: Днепровской (бассейн р. Сож) и Волжской (бассейн р. Ока).

По ботанико-географическому районированию территория района исследования лежит в пределах трех подпровинций: Валдайско-Онежской (Евразийская таежная область), где зональными являются широколиственно-еловые леса на дерново-подзолистых почвах; Полесской и Среднерусской (Восточноевропейская широколиственнолесная область), где зональными являются широколиственные леса с участием и без участия ели соответственно на серых лесных почвах (Rastitel'nost'..., 1980).

Естественные местообитания с песчаными субстратами в районе исследования представлены на задровых равнинах и террасах крупных рек, где господствуют сосновые леса союза **Dicrano–Pinion sylvestris** (Libb. 1933) W. Mat. 1962 nom. conserv. propos. Сообщества этого союза широко распространены в разных ботанико-географических зонах Евразии, что позволяет их считать азонально-зональными. Открытые пески образуются на месте этих лесов после сплошных рубок сосны с уничтожением живого наземного покрова. Таким образом, возникающие в этих условиях травяные псаммофитные сообщества являются вторичными. Первичная естественная псаммофитная травяная растительность формируется на возвышенных участках незатапливаемых или краткозаливаемых песчаных грив в речных поймах на аллювиальных песках. Кроме того, существуют антропогенные местообитания на песках, которые практически не отличаются по экологическим параметрам от природных, что, в первую очередь, обусловлено однотипными характеристиками субстрата (высокая теплоемкость и промывной режим водоснабжения растений). Это распаханное, вскрытое, насыпанное при строительстве пески, зарастающие песчаные карьеры, вырубки под линиями электропередачи, песчаные авто- и железнодорожные насыпи, зарастающие залежи и пастбища с песчаными и супесчаными почвами. Ранее отмечалось значительное сходство флористического состава псаммофитных травяных сообществ естественных и антропогенных местообитаний, что связано, в первую очередь, с особенностями субстрата (Kupreev et al., 2020; Kupreev, Semenishchenkov, 2022).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2018–2023 гг. авторами выполнены 27 геоботанических описаний псаммофитной травяной растительности на залежах на площадках в 100 м<sup>2</sup>. Обилие-покрытие видов определено по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964): “г” – очень редки; “+” – разрежены и покрывают менее 1% площадки; “1” – особи многочисленны, но покрывают не более 5% площадки; “2” – 6–25%; “3” – 26–50%; “4” – 51–75%; “5” – более 75%. Деревья и кустарники представлены в сообществах проростками, ювенильными или имматурными растениями.

Классификация растительности проведена по методу Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964). Принадлежность ассоциаций высшим единицам (классам, порядкам, союзам) указана в соответствии с современной иерархической системой флористической классификации растительности Европы (Mucina et al., 2016). Указания на валидность синтаксонов даны со ссылкой на статьи “Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры” (Theurillat et al., 2021).

Классы постоянства видов (К) в таблицах даны римскими цифрами по 5-балльной шкале: I – вид присутствует менее чем в 20% описаний, II – 21–40%, III – 41–60%, IV – 61–80%, V – более 80% описаний.

Оценка экологических режимов местообитаний сообществ и NMDS-ординация ценофлор сравнимых синтаксонов проведена с использованием шкал Х. Элленберга (Ellenberg et al., 1992) средствами пакета R (<https://www.r-project.org>), интегрированного с программой JUICE (Tichý, 2002). Корреляции осей ординации с векторами экологических факторов установлены с использованием коэффициента ранговой корреляции Кендалла в программе PC-ORD.

Установление сукцессионного статуса сообществ выполнено в соответствии с методом экологических рядов (Aleksandrova, 1964) с выделением существующих в настоящий момент времени четких хорошо различимых стадий сукцессии. Некоторые типы растительных сообществ, соответствующие отдельным стадиям, ранее были описаны авторами статьи (Kupreev, Semenishchenkov, 2022) и указаны в тексте.

Названия сосудистых растений даны по базе “The Euro+Med PlantBase...” (<https://europplusmed.org/>). Названия мохообразных приведены по М.С. Игнатову с соавторами (Ignatov et al., 2006), лишайников – согласно регулярно обновляемой сводке А. Нордин и др. (Nordin et al., 2018).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе проведенных исследований на залежах в изучаемом регионе выявлены псаммофитные травяные сообщества двух типов.

## 1. Сообщества с участием и доминированием

*Hieracium umbellatum*

**Состав и структура.** В вертикальной структуре сообществ выделяются три горизонта. Основу верхнего, высотой до 70 см, определяют высокие растения *Hieracium umbellatum* и *Tanacetum vulgare*, формирующие желтый аспект во время цветения с середины лета до середины осени. Иногда локально доминирует *Calamagrostis epigejos*. В приземном горизонте (высота — до 20 см) в большинстве сообществ обильна *Pilosella officinarum*. Характерная особенность — присутствие в фитоценозах олиготрофных видов нарушенных местообитаний: *Artemisia absinthium*, *Berteroa incana*, *Oenothera biennis*, *Tanacetum vulgare*, *Trifolium arvense*, а также североамериканского вида *Erigeron annuus*, широко распространенных на залежах с бедными питательными веществами почвами в изучаемом регионе. В ценофлоре представительны диагностические виды класса псаммофитной травяной растительности **Koelerio—Corynepheretea canescentis**, среди которых высококонстантны виды союза **Hyperico perforati—Scleranthion perennis** и порядка **Trifolio arvensis—Festucetalia ovinae**: *Galium mollugo*, *Helichrysum arenarium*, *Hypericum perforatum*, *Jasione montana*, *Pilosella officinarum*, *Rumex acetosella*, *Trifolium arvense*, а также мезофильных луговых видов класса **Molinio—Arrhenatheretea** R. Tx. 1937: *Achillea millefolium* aggr., *Agrostis capillaris*, *Campanula patula*, *Centaurea jacea*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Phleum pratense*, *Seseli libanotis*, *Veronica chamaedrys*. В большинстве сообществ присутствует подрост сосны высотой от 0.3 до 5.0 м возрастом до 15 лет.

Мохово-лишайниковый горизонт не выражен: покров мхов несомкнутый, в нем наиболее константны *Brachythecium albicans* и *Ceratodon purpureus*.

Общее проективное покрытие — 40–90%. Такое большое варьирование можно объяснить высокой мозаичностью в распределении растений и наличии отдельных “пятен”, лишенных растений. Флористическая насыщенность — 17–41 вид на 100 м<sup>2</sup>. По нашим наблюдениям, наименее богатые видами сообщества соответствуют ранним стадиям восстановления растительности.

**Экология и местообитания.** Сообщества на залежах, примыкающие к массивам олиготрофных сосновых лесов, на бедных минеральным азотом (3.8 балла

по шкале Элленберга), сухих (3.7), подкисленных (5.8) песчаных почвах. В будущем можно ожидать мезофитизацию фитоценозов с формированием сомкнутого травяного покрова при усилении константности и обилия мезофильных видов класса **Molinio—Arrhenatheretea**, а также продолжения расселения сосны.

**Вопросы синтаксономии.** Описанные сообщества отнесены к новой ассоциации, характеристика которой дана ниже.

Асс. **Berteroo incanae—Hieracietum umbellati** ass. nov. Номенклатурный тип (*holotypus*) — табл. 1, оп. 2, Тульская область, Белевский р-н, у д. Боровна, терраса р. Ока, залежь, 26.08.2023; авторы: Ю.А. Семенишченков, В.Э. Купреев, Е.М. Волкова.

Диагностические виды (д. в.): *Artemisia absinthium*, *Berteroa incana*, *Hieracium umbellatum*, *Poa angustifolia*, *Tanacetum vulgare*.

В Восточной Европе известны несколько ассоциаций с высокой константностью *Hieracium umbellatum*. Нами проведено флористическое сравнение новой ассоциации с данными синтаксонами (табл. 2).

А.Д. Булохов (Bulokhov, 2013) на материалах из Брянской области в России установил асс. **Seselio annui—Hieracietum umbellati** (Bulokhov, 2013) с диагностическими видами *Hieracium umbellatum* и *Seseli annuum*. В ее сообществах аспектирует *Hieracium umbellatum*; ведущее положение в ценофлоре принадлежит аффинным видам классов **Molinio—Arrhenatheretea** и **Trifolio—Geranietea sanguinei** Th. Müller 1961 (термофитные опушечные сообщества), присутствуют виды степненных лугов, относящиеся к диагностическим для класса степной растительности **Festuco—Brometea** Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947. Местообитания сообществ данной ассоциации — опушки сосняков и березняков с суглинистыми серыми лесными почвами.

Локальное доминирование *Hieracium umbellatum* отмечено в сообществах асс. **Koelerio glaucae—Agrostietum vinealis** (Bulokhov, 2013) из Брянской области с диагностическими видами *Agrostis vinealis* (доминант) и *Koeleria glauca* (Bulokhov, 2013). Ее сообщества распространены по возвышенным участкам на первой и второй террасах р. Десна на песчаных почвах. Первоначально (Bulokhov, 2013) ассоциация была установлена в составе класса **Trifolio—Geranietea sanguinei**, однако после флористического сравнения (Kupreev, Seminishchenkov, 2022) была перенесена в класс **Koelerio—Corynepheretea canescentis**.

**Таблица 1.** Характеризующая таблица ассоциаций псаммофитной травяной растительности на залежах  
**Table 1.** Characteristic table of associations of psammophytic herb vegetation on fallow lands

Ассоци- ации / Associations	a																	b										a	b		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27				
Номер описания / Relevé number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27				
Общее проек- тивное покрытие, % / General projective coverage, %	70	90	70	80	80	80	70	60	70	80	60	70	80	90	70	80	40	50	60	50	50	60	60	60	35	55	65				
Коли- чество видов / Number of species	41	29	27	24	24	24	30	23	16	17	21	31	34	33	34	28	23	12	23	20	15	21	22	15	13	19	27				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Диагностические виды (д. в.) асс. <b>Berteroo incanae–Hieracietum umbellati</b> ass. nov. (a) Diagnostic species (d. s.) of the ass. <b>Berteroo incanae–Hieracietum umbellati</b> ass. nov. (a)																															
<i>Hieracium umbellatum</i> (TF)	3	4	1	4	4	2	3	2	3	1	1	3	2	1	3	4	1	.	.	r	r	+	.	+	.	r	r	V	IV		
<i>Berteroa incana</i>	.	r	r	r	.	r	.	+	+	r	.	1	r	+	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	IV	II		
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	r	+	r	.	r	.	1	+	+	.	1	3	.	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.		
<i>Poa angustifolia</i> (HS, TF, MA)	.	+	1	r	+	+	1	.	.	.	+	+	1	+	1	1	r	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I		
<i>Artemisia absinthium</i>	r	r	r	r	r	r	r	r	.	.	+	r	r	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.		
Д. в. асс. <b>Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris</b> ass. nov. (b) D. s. of the ass. <b>Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris</b> ass. nov. (b)																															
<i>Viscaria vulgaris</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	r	1	1	1	2	2	2	2	1	r	+	II	V		
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	+	r	r	r	+	r	1	r	.	+	+	I	V		
<i>Oenothera biennis</i>	1	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	2	.	r	r	r	r	+	+	r	.	II	V		
<i>Hypochaeris radicata</i> (KC)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	r	r	r	.	.	IV	
Д. в. союза <b>Hyperico perforati–Scleranthion perennis</b> (HS) и порядка <b>Trifolio arvensis–Festucetalia ovinae</b> (TF) D. s. of the alliance <b>Hyperico perforati–Scleranthion perennis</b> (HS) and order <b>Trifolio arvensis–Festucetalia ovinae</b> (TF)																															
<i>Pilosella officinarum</i> (KC)	+	1	3	.	2	3	3	.	2	4	3	3	2	4	+	.	+	r	.	2	2	3	r	3	2	.	2	V	V		
<i>Jasione montana</i> (KC)	.	r	r	.	+	r	r	+	r	2	+	r	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	r	IV	II		
<i>Galium mollugo</i>	+	r	.	+	r	+	+	.	r	.	r	r	r	.	r	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I		
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	+	r	.	r	r	.	.	r	.	r	.	+	.	+	.	r	+	.	.	.	r	.	.	.	.	III	II		
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	r	.	.	r	.	r	.	.	r	+	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	III	I	
<i>Trifolium arvense</i> (KC)	.	r	r	.	r	r	r	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continue

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<i>Helichrysum arenarium</i> (KC)	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	г	г	г	1	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Elytrigia repens</i> (MA)	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	1	.	.	.	.	I	II		
<i>Plantago lanceolata</i> (KC)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	I	I	
<i>Festuca ovina</i> (KC)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2		II	
<i>Scleranthus perennis</i> (KC)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	г	.	.	.	.	.	.	.		II	
Д. в. класса <b>Koelerio–Coryneporetea canescentis</b> (KC) D. s. of the class <b>Koelerio–Coryneporetea canescentis</b> (KC)																														
<i>Artemisia campestris</i>	+	+	1	.	1	+	1	+	+	г	1	+	.	2	+	.	.	+	+	+	г	+	.	+	+	2	+	IV	V	
<i>Brachythecium albicans</i>	+	+	г	+	1	г	г	.	.	.	.	+	+	г	.	.	г	+	.	2	1	.	+	г	+	1	+	IV	V	
<i>Ceratodon purpureus</i>	г	.	.	г	.	г	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	1	+	II	II		
<i>Cladonia furcata</i>	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	г	.	г	.	г	.	2	.	I	III		
<i>Agrostis vinealis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	2	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	I	II	
<i>Cladonia chlorophaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.		I	
Д. в. класса <b>Molinio–Arrhenatheretea</b> (MA) D. s. of the class <b>Molinio–Arrhenatheretea</b> (MA)																														
<i>Achillea millefolium</i>	г	г	+	1	г	.	.	г	г	г	.	г	г	г	+	г	.	.	+	г	.	.	1	.	.	.	+	IV	III	
<i>Campanula patula</i>	+	г	.	+	.	.	г	.	.	.	.	.	.	г	г	.	.	.	г	г	г	.	г	г	.	.	II	III		
<i>Agrostis capillaris</i>	.	+	г	+	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	+	II	II	
<i>Centaurea jacea</i>	.	г	.	.	.	.	.	+	.	.	.	г	+	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	г	.	.	1	.	.	.	.	.	.	г	г	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Seseli libanotis</i>	г	г	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	г	.	+	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Veronica chamaedrys</i>	г	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Dactylis glomerata</i>	+	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	г	.	г	г	г	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	I	I	
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	I	I
Прочие виды Other species																														
<i>Solidago virgaurea</i>	+	г	.	г	г	г	г	.	.	г	+	+	г	г	+	+	.	.	.	г	г	г	.	+	.	г	.	IV	III	

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continue

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<i>Erigeron annuus</i>	l	.	.	r	r	.	r	r	.	r	+	r	r	r	l	+	+	.	.	l	+	+	+	+	+	+	.	IV	IV	
<i>Potentilla argentea</i>	.	+	r	.	.	r	+	.	r	.	.	r	+	+	r	.	.	.	r	.	r	r	r	r	.	+	.	+	III	IV
<i>Pinus sylvestris</i>	l	r	r	.	r	.	.	.	r	+	r	.	.	.	.	.	2	r	2	r	+	r	+	r	l	r	+	III	V	
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	2	.	2	l	2	.	r	l	+	.	r	.	.	.	+	r	III	IV	
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	+	r	.	.	r	.	r	l	+	.	r	.	.	.	.	r	l	2	.	+	.	r	.	.	+	r	r	III	IV	
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	r	+	.	r	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	III	I
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	.	.	r	.	.	.	r	r	.	.	.	.	r	l	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	III	I
<i>Poa compressa</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	II	I
<i>Jacobaea vulgaris</i>	r	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	II	II	
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	.	.	r	.	r	r	+	.	.	.	.	r	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I
<i>Fragaria viridis</i>	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	II	I
<i>Achillea nobilis</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Eryngium planum</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Erigeron canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Silene pratensis</i>	.	r	+	.	.	r	.	r	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Solidago canadensis</i>	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Epilobium sp.</i>	.	.	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Hylotelephium telephium</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	I	I
<i>Trifolium aureum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Hylotelephium maximum</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Lepidium ruderales</i>	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Abietinella abietina</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I	II
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Luzula multiflora</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	I	II
<i>Erigeron acris</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	I	I
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Viola arvensis</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	I	I

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continue

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Rumex crispus</i>	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	I	I
<i>Cladonia sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	г	.	.	.	I	II
<i>Peltigera sp.</i>	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	+	.	I	II
<i>Equisetum arvense</i>	г	.	.	.	.	.	г	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Carlina biebersteinii</i>	.	.	.	г	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Turritis glabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Myosotis arvensis</i>	.	.	г	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Pyrus pyraster</i>	.	г	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Odontites rubra</i>	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Heracleum sibiricum</i>	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Trifolium montanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	г	.	.	+	.	.	II
<i>Lupinus polyphyllus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	.	II

Отмечены в одном описании / Recorded in the one relevé: *Agrimonia eupatoria* 15 (r), *Angelica sylvestris* 16 (+), *Anthemis tinctoria* 11 (r), *Arenaria serpyllifolia* 18 (r), *Betula pendula* 1 (+), *Bryum argenteum* 1 (r), *B. caespiticum* 1 (r), *Campanula persicifolia* 8 (r), *Carduus acanthoides* 7 (r), *Carex hirta* 27 (r), *C. palleseus* 1 (+), *Carlina biebersteinii* 3 (r), *Cichorium intybus* 15 (r), *Cladonia coniocraea* 19 (r), *C. phyllophora* 14 (r), *C. pyxidata* 19 (r), *C. rei* 14 (2), *Cladonia sp.1* 27 (2), *Cladonia sp. 2* 27 (2), *Euphrasia stricta* 7 (r), *Festuca arundinacea* 4 (r), *F. gigantea* 20 (r), *F. pratensis* 1 (+), *F. valesiaca* 14 (r), *Genista tinctoria* 19 (+), *Geum urbanum* 16 (r), *Helictotrichon pubescens* 22 (r), *Herniaria glabra* 14 (r), *Leontodon autumnalis* 1 (r), *Leontodon hispidus* 16 (r), *Linaria vulgaris* 15 (r), *Nardus stricta* 1 (r), *Nonea pulla* 15 (r), *Pimpinella saxifraga* 3 (r), *Plantago media* 1 (r), *Pleurozium schreberi* 23 (1), *Poa pratensis* 1 (+), *Potentilla intermedia* 23 (r), *Prunella vulgaris* 23 (r), *Pyrus sp.* 1 (r), *Ranunculus acris* 7 (r), *Ranunculus polyanthemus* 17 (r), *Seseli annuum* 16 (r), *Taraxacum officinale* aggr. 16 (r), *Thalictrum minus* 8 (r), *Thymus pulegioides* 19 (r), *Trifolium medium* 1 (+), *Veronica arvensis* 5 (r), *V. longifolia* 17 (r), *V. spicata* 27 (+), *Vicia tenuifolia* 14 (r).

Локализация описаний: оп. 1 – Калужская область, Перемышльский р-н, у д. Ермашовка, 9.06.2018; оп. 2, 3, 6, 10 – Тульская область, Белевский р-н, у д. Боровна, 26.08.2023; оп. 4, 16 – Тульская область, Белевский р-н, у д. Николо-Гастунь, 27.08.2023; оп. 5, 7, 11, 14, 15 – Тульская область, Белевский р-н, у д. Песковатая, 26.08.2023; оп. 12, 13 – Тульская область, Белевский р-н, у д. Кураково, 26.08.2023; оп. 17 – Калужская область, Перемышльский р-н, у д. Гордиково, 09.06.2018; оп. 18 – Смоленская область, Рославльский р-н, у д. Крутец, 17.06.2023; оп. 19 – Брянская область, Погарский р-н, у д. Торкин, 8.07.2018; оп. 20–22, 24, 25 – Смоленская область, Рославльский р-н, у д. Крутогорка, 17.06.2023; оп. 23 – Калужская область, Юхновский р-н, национальный парк “Угра”, у д. Беляево, 29.07.2023; оп. 26 – Калужская область, Юхновский р-н, национальный парк “Угра”, у д. Мокрое, 30.07.2023; оп. 27 – Калужская область, Перемышльский р-н, у д. Зимницы, 27.08.2023.

Location of relevés: 1 – Kaluga Region, Peremyshl district, near Ermashovka village, 06.09.2018; 2, 3, 6, 10 – Tula Region, Belev district, near Borovna village, 08.26.2023; 4, 16 – Tula Region, Belev district, near Nikolo-Gastun village, 08.27.2023; 5, 7, 11, 14, 15 – Tula Region, Belev district, near Peskovataya village, 08.26.2023; 12, 13 – Tula Region, Belev district, near Kurakovo village, 08.26.2023; 17 – Kaluga Region, Peremyshl district, near Gordikovo village, 06.09.2018; 18 – Smolensk Region, Roslavl district, near Krutets village, 06.17.2023; 19 – Bryansk Region, Pogar district, near Torkin village, 07.08.2018; 20–22, 24, 25 – Smolensk Region, Roslavl district, near Krutogorka village, 06.17.2023; 23 – Kaluga Region, Yukhnov district, Ugra national park, near Belyaevovillage, 07.29.2023; 26 – Kaluga Region, Yukhnov district, Ugra national park, near Mokroyevillage, 07.30.2023; 27 – Kaluga Region, Peremyshl district, near Zimnitsa village, 08.27.2023.

Авторы описаний: оп. 1, 19 – В.Э. Купреев, Ю.А. Семенищенков; оп. 2 – Ю.А. Семенищенков, В.Э. Купреев, Е.М. Волкова; оп. 3–7, 17, 18, 20–22, 26 – Ю.А. Семенищенков; оп. 8–11, 23–25, 27 – В.Э. Купреев; оп. 12–16 – Е.М. Волкова.

Authors of relevés: 1, 19 – V.E. Kupreev, Yu.A. Semenishchenkov; 2 – Yu.A. Semenishchenkov, V.E. Kupreev, E.M. Volkova; 3–7, 17, 18, 20–22, 26 – Yu.A. Semenishchenkov; 8–11, 23–25, 27 – V.E. Kupreev; 12–16 – E.M. Volkova.

**Таблица 2.** Сравнительная таблица флористического состава ассоциаций с высокой константностью *Hieracium umbellatum* в Восточной Европе

**Table 2.** Comparative table of the floristic composition of the associations with high constancy of *Hieracium umbellatum* in Eastern Europe

Синтаксоны / Syntaxa	1	2	3	4
$K_s$	–	0.51	0.33	0.37
Количество описаний / Number of relevés	17	17	11	7
I	2	3	4	5
Диагностические виды асс. <b>Berteroo incanae–Hieracietum umbellati</b> Diagnostic species of the ass. <b>Berteroo incanae–Hieracietum umbellati</b>				
<i>Hieracium umbellatum</i>	V	V	IV	IV
<i>Tanacetum vulgare</i>	V	III	III	I
<i>Pilosella officinarum</i> (KC)	V	.	I	.
<i>Berteroa incana</i>	IV	.	.	.
<i>Artemisia absinthium</i>	IV	.	.	.
Дифференцирующие виды (диф. в.) асс. <b>Berteroo incanae–Hieracietum umbellati</b> Differential species (dif. s.) of the ass. <b>Berteroo incanae–Hieracietum umbellati</b>				
<i>Jasione montana</i> (KC)	V	.	II	.
<i>Brachythecium albicans</i> (KC)	IV	.	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	IV	.	.	.
<i>Ceratodon purpureus</i> (KC)	II	.	.	.
<i>Daucus carota</i> (MA)	II	.	.	.
<i>Campanula patula</i> (MA)	II	.	.	.
<i>Seseli libanotis</i> (MA)	II	.	.	.
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	II	.	.	.
<i>Achillea nobilis</i>	II	.	.	.
<i>Eryngium planum</i>	II	.	.	.
<i>Jacobaea vulgaris</i>	II	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	II	.	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	II	.	.	.
<i>Hylotelephium telephium</i>	II	.	.	.
<i>Epilobium</i> sp.	II	.	.	.
Диф. в. асс. <b>Seselio annui–Hieracietum umbellati</b> Dif. s. of the ass. <b>Seselio annui–Hieracietum umbellati</b>				
<i>Centaurea jacea</i> (MA)	II	V	.	.
<i>Seseli annuum</i>	I	V	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	II	IV	I	.
<i>Knautia arvensis</i> (MA)	I	IV	I	.
<i>Plantago lanceolata</i> (KC)	I	IV	.	.
<i>Trifolium medium</i>	I	IV	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	I	IV	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	I	IV	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	I	IV	.	.
<i>Genista tinctoria</i> (MA)	.	IV	.	.
<i>Cichorium intybus</i>	I	III	.	.
<i>Trifolium pratense</i> (MA)	.	III	.	.
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	III	.	.
<i>Trifolium campestre</i>	.	III	.	.
<i>Viola canina</i>	.	III	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> (MA)	.	II	.	.
<i>Rhinanthus serotinus</i>	.	II	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	II	.	.

**Таблица 2.** Продолжение  
**Table 2.** Continue

1	2	3	4	5
<i>Briza media</i>	.	II	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	.	II	.	.
<b>Диф. в. асс. <i>Koeleria glaucae</i>–<i>Agrostietum vinealis</i></b>				
<b>Dif. s. of the ass. <i>Koeleria glaucae</i>–<i>Agrostietum vinealis</i></b>				
<i>Koeleria glauca</i> (КС)	.	.	V	.
<i>Veronica spicata</i>	.	.	V	.
<i>Agrostis vinealis</i> (КС)	I	.	V	.
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	.	II	V	.
<i>Hylotelephium maximum</i>	I	.	IV	.
<i>Carex ericetorum</i>	.	.	IV	.
<i>Dianthus borbasii</i> (КС)	.	.	III	.
<i>Festuca ovina</i> (КС)	.	.	III	.
<i>Thymus serpyllum</i> (КС)	.	.	III	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	III	.
<i>Carex praecox</i> (КС)	.	.	II	III
<i>Dianthus arenarius</i> (КС)	.	.	II	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	II	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	.	.	II	.
<i>Sempervivum ruthenicum</i>	.	.	II	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	II	.
<i>Koeleria grandis</i>	.	.	II	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	II	.
<b>Диф. в. субасс. <i>Agrostietum albae hieracietosum umbellati</i></b>				
<b>Dif. s. of the subass. <i>Agrostietum albae hieracietosum umbellati</i></b>				
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	V
<i>Agrostis gigantea</i> (МА)	.	.	.	V
<i>Ptarmica cartilaginea</i>	.	.	.	IV
<i>Prunella vulgaris</i> (МА)	.	I	.	IV
<i>Ranunculus repens</i> (МА)	I	.	.	III
<i>Elytrigia repens</i> (МА)	I	.	.	III
<i>Leontodon autumnalis</i>	I	.	.	III
<i>Lepidium ruderales</i>	I	.	.	III
<i>Gypsophila muralis</i>	.	.	.	III
<i>Artemisia abrotanum</i>	.	.	.	III
<i>Poa palustris</i> (МА)	.	.	.	III
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	III
<i>Beckmannia eruciformis</i>	.	.	.	III
<i>Juncus atratus</i>	.	.	.	III
<i>Inula britannica</i>	.	.	.	III
<i>Allium angulosum</i>	.	.	.	III
<i>Gratiola officinalis</i>	.	.	.	III
<i>Deschampsia cespitosa</i> (МА)	.	.	.	III
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	III
<i>Rumex crispus</i> (МА)	I	.	.	II
<i>Trifolium hybridum</i> (МА)	.	I	.	II
<i>Veronica longifolia</i>	.	.	.	II
<i>Lythrum virgatum</i>	.	.	.	II
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	II

Таблица 2. Продолжение  
Table 2. Continue

1	2	3	4	5
	Общие виды Common species			
<i>Solidago virgaurea</i>	V	V	IV	.
<i>Achillea millefolium</i> aggr. (MA)	V	V	III	III
<i>Artemisia campestris</i> (KC)	V	II	IV	.
<i>Poa angustifolia</i>	IV	IV	II	.
<i>Galium mollugo</i> (MA)	IV	IV	I	.
<i>Potentilla argentea</i>	IV	I	II	I
<i>Rumex acetosella</i>	III	.	.	IV
<i>Hypericum perforatum</i> (MA)	III	III	II	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	III	II	V	IV
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	III	II	II	IV
<i>Trifolium arvense</i> (KC)	III	I	I	.
<i>Pinus sylvestris</i>	III	.	V	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	III	.	II	.
<i>Dactylis glomerata</i> (MA)	II	III	I	.
<i>Viscaria vulgaris</i>	II	III	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i> (MA)	II	II	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	II	II	.	.
<i>Agrostis capillaris</i> (MA)	II	I	III	I
<i>Silene pratensis</i>	II	I	I	.
<i>Phleum pratense</i> (MA)	II	I	.	.
<i>Poa compressa</i>	II	I	.	.
<i>Erigeron canadensis</i>	II	I	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i> (KC)	II	.	I	.
<i>Lotus corniculatus</i> (MA)	.	III	.	II
<i>Taraxacum officinale</i> aggr.	I	II	.	.
<i>Euphrasia stricta</i>	I	II	III	.
<i>Leontodon hispidus</i> (MA)	I	II	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	I	II	.	.
<i>Odontites rubra</i>	I	II	.	.
<i>Allium oleraceum</i>	.	II	I	.
<i>Vicia cracca</i> (MA)	.	II	.	III
<i>Euphorbia virgata</i>	.	I	I	.
<i>Erigeron acris</i>	I	I	II	.
<i>Betula pendula</i>	I	I	I	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> (KC)	I	I	.	.
<i>Ranunculus acris</i> (MA)	I	I	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr. (MA)	I	I	.	.
<i>Stellaria graminea</i> (MA)	I	I	.	II
<i>Plantago media</i> (MA)	I	I	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	I	I	.	.
<i>Carlina biebersteinii</i>	I	I	.	.
<i>Carex contigua</i>	I	I	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	I	.	II	.
<i>Linaria vulgaris</i>	I	.	II	.
<i>Hylotelephium telephium</i>	I	.	.	II
<i>Festuca pratensis</i>	I	.	.	I

**Таблица 2.** Примечания  
**Table 2.** Note

Отмечены для одного синтаксона с классом постоянства “I” / Recorded for the one syntaxon with constancy class “I”: *Abietinella abietina* 1, *Alchemilla hirsuticaulis* 2, *Angelica sylvestris* (МА) 1, *Anthemis tinctoria* 1, *Bryum argenteum* 1, *B. caespiticum* 1, *Campanula persicifolia* 1, *Carex pallescens* (МА) 1, *Carlina biebersteinii* 1, *Cerastium fontanum* (МА) 1, *Cladonia cornuta* 1, *C. furcata* (КС) 1, *C. phyllophora* 1, *C. rei* (КС) 1, *Cladonia* sp. 1, *Echium vulgare* (КС) 1, *Elytrigia repens* (МА) 1, *Festuca pratensis* 1, *F. rubra* (МА) 2, *F. valesiaca* 1, *Frangula alnus* 3, *Geum urbanum* 1, *Heracleum sibiricum* 1, *Herniaria glabra* (КС) 1, *Leontodon autumnalis* 1, *Lepidium ruderales* 1, *Luzula multiflora* 1, *Medicago falcata* 3, *M. sativa* 2, *Melampyrum pratense* 3, *Myosotis arvensis* 1, *Nardus stricta* 1, *Nonea pulla* 1, *Peltigera* sp. 1, *Poa pratensis* (МА) 1, *Polygala comosa* 2, *Polytrichum juniperinum* 1, *P. piliferum* (КС) 1, *Populus tremula* 2, *Prunella vulgaris* (МА) 2, *Pyrus pyraster* 1, *Pyrus* sp. 1, *Ranunculus polyanthemus* (МА) 2, *R. repens* (МА) 1, *Rhinanthus angustifolius* (МА) 3, *Rumex crispus* (МА) 1, *Scleranthus perennis* (КС) 3, *Senecio jacobaea* 2, *Silene chlorantha* (КС) 3, *Taraxacum officinale* 1, *Thalictrum minus* (МА) 1, *Trifolium alpestre* 3, *T. aureum* 1, *T. hybridum* (МА) 2, *T. montanum* 2, *Turritis glabra* 1, *Veronica arvensis* 1, *V. officinalis* 3, *Vicia tenuifolia* 1, *Viola arvensis* 1.

Ассоциации: 1 – асс. **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati** ass. nov. (Южное Нечерноземье России; данные авторов), 2 – асс. **Seselio annui–Hieracietum umbellati** Bulokhov 2013 (Брянская область; Булохов, 2013), 3 – асс. **Koelerio glaucae–Agrostietum vinealis** Bulokhov 2013 (Брянская область; Булохов, 2013), 4 – субасс. **Agrostietum albae hieracietosum umbellati** Kuzemko 2009 (Украина; Куземко, 2009).

Associations: 1 – ass. **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati** ass. nov. (Southern Nechernozemye of Russia; original data), 2 – ass. **Seselio annui–Hieracietum umbellati** Bulokhov 2013 (Bryansk Region; Bulokhov, 2013), 3 – ass. **Koelerio glaucae–Agrostietum vinealis** Bulokhov 2013 (Bryansk Region; Bulokhov, 2013), 4 – subass. **Agrostietum albae hieracietosum umbellati** Kuzemko 2009 (Ukraine; Kuzemko, 2009).

Дополнительные обозначения: К<sub>S</sub> – значение коэффициента Сьеренсена для асс. **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati** ass. nov. и прочих синтаксонов. КС – диагностические виды класса **Koelerio–Corynephorretea canescentis**, МА – диагностические виды класса **Molinio–Arrhenatheretea**.

Additional designations: К<sub>S</sub> – Sørensen coefficient value for the ass. **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati** ass. nov. and other syntaxa. КС – diagnostic species of the class **Koelerio–Corynephorretea canescentis**, МА – diagnostic species of the class **Molinio–Arrhenatheretea**.

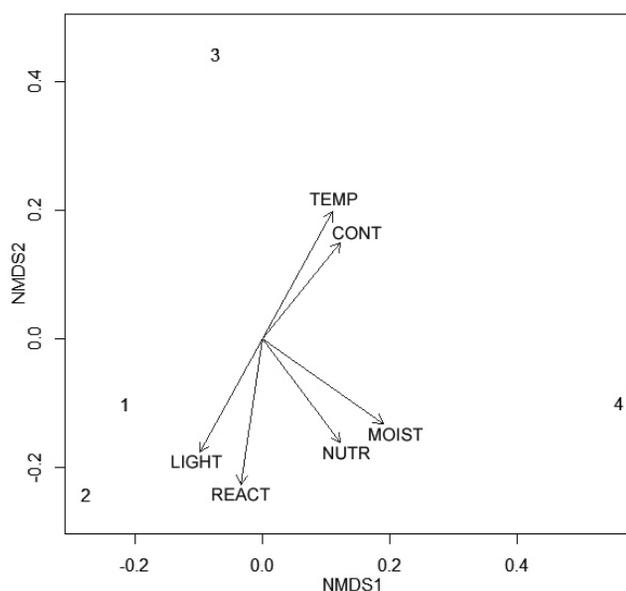
Высокое постоянство *Hieracium umbellatum* отмечено для субасс. **Agrostietum albae hieracietosum umbellati** Kuzemko 2009, установленной на геоботанических материалах из поймы р. Днепр в Левобережном Полесье Украины (Kuzemko, 2009). Ее диагностические виды – *Achillea millefolium* aggr., *Elytrigia repens*, *Equisetum arvense*, *Hieracium umbellatum*, *Inula britannica*, *Leontodon autumnalis* и диагностический вид ассоциации – *Agrostis gigantea* (= *A. alba*) – характерны для нарушенных выпасом пойменных свежих лугов. Такие сообщества распространены на пойменных дерновых и луговых песчаных и супесчаных почвах.

Как показало сравнение (табл. 2), ценофлоры всех трех ассоциаций состоят из хорошо выраженных экологических блоков видов: псаммофильных олиготрофов и более мезофильных луговых видов, с примесью видов местообитаний с нарушенными субстратами, которые характерны для сообществ залежей новой ассоциации (*Artemisia absinthium*, *Berteroo incana*, *Ceratodon purpureus*, *Erigeron annuus*, *Tanacetum vulgare*, *Oenothera biennis*).

Асс. **Seselio annui–Hieracietum umbellati** (табл. 2, синтаксон 2) отличается от новой ассоциации большей константностью видов суховатых и свежих лугов,

многие из которых являются диагностическими для класса **Molinio–Arrhenatheretea**: *Centaurea jacea*, *Genista tinctoria*, *Knautia arvensis*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*. Константность же диагностических видов класса **Koelerio–Corynephorretea canescentis** в этих сообществах снижается. Виды этого класса, напротив, имеют более высокую константность в сообществах асс. **Koelerio glaucae–Agrostietum vinealis** (табл. 2, синтаксон 3): *Agrostis vinealis*, *Carex praecox*, *Dianthus arenarius*, *Dianthus borbasii*, *Koeleria glauca*, *Festuca ovina*, *Thymus serpyllum*. По сравнению с перечисленными синтаксонами, ценофлора субасс. **Agrostietum albae hieracietosum umbellati** отличается присутствием пойменных видов, свойственных растительности порядка **Molinietalia caeruleae** Koch 1926 и входящих в него синтаксонов: *Achillea cartilaginea*, *Agrostis canina*, *Allium angulosum*, *Beckmannia eruciformis*, *Deschampsia cespitosa*, *Gratiola officinalis*, *Inula britannica*, *Juncus atratus*, *Lythrum virgatum*, *Poa palustris*, *Ranunculus flammula*, *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*, *Trifolium hybridum*, *Veronica longifolia*.

Все перечисленные выше закономерности подтверждаются и результатами NMDS-ординации (рис. 2, табл. 3, 4), на диаграмме которой ось NMDS1 с наибольшей нагрузкой соответствует комплексному



**Рис. 2.** Диаграмма NMDS-ординации синтаксонов (оси NMDS1, NMDS2).

Обозначения синтаксонов (показаны цифрами) – те же, что для табл. 2.

Обозначения векторов экологических факторов: CONT – континентальность, LIGHT – освещенность, MOIST – влажность почвы, NUTR – богатство почвы минеральным азотом, REACT – кислотность почвы, TEMP – температурное число (определены по шкалам Элленберга).

**Fig. 2.** Diagram of NMDS ordination of syntaxa (axes NMDS1, NMDS2).

For syntaxon designations (numbers) see Table 2.

Vectors of environmental factors: CONT – continentality, LIGHT – light, MOIST – soil moisture, NUTR – soil richness in mineral nitrogen, REACT – soil acidity, TEMP – temperature number (determined according to the Ellenberg’s scales).

градиенту влажности и богатства почвы минеральным азотом, ось NMDS2 – освещенности, температуры, континентальности и кислотности; интерпретировать ось NMDS3 не представляется возможным.

Коэффициенты сходства Сьеренсена ( $K_s$ ) ценофлоры новой ассоциации, асс. *Seselio annui–Hieracietum umbellati*, *Koelerio glaucae–Agrostietum vinealis* и субасс. *Agrostietum albae hieracietosum umbellati* – 0.33–0.51, что свидетельствует о невысоком флористическом сходстве, а значит о возможности рассматривать все сравниваемые синтаксоны как самостоятельные ассоциации.

**Сукцессионные связи.** Асс. *Berteroo incanae–Hieracietum umbellati* представляет сообщества на одном из возможных этапов сукцессионного восстановления растительности на залежах. После прекращения сельскохозяйственного использования в последние десятилетия на них инициировалась восстановительная сукцессия (рис. 3). На ее первых этапах (в течение первых 3–5 лет) на бедных питательными веществами песчаных почвах в условиях промывного режима водообеспечения и активного выдувания и вымывания субстрата формируются несомкнутые группировки с участием *Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*, куда происходит вселение мелких и низкорослых псаммофильных олиготрофных сосудистых растений (однолетников, а затем и многолетников). Такие сообщества ранее (Kurgreev, Semenishchenkov, 2022) мы отнесли к неранговой единице *Polytrichum piliferum* в рамках класса *Koelerio-Corynephoretea*. По мере формирования сомкнутого наземного мохово-лишайниково-травяного покрова происходит расселение *Hieracium umbellatum*. Этот короткокорневищный долгоживущий многолетник активно размножается семенами и вместе с другими луговыми видами образует значительную биомассу, участвует в накоплении ветоши, удерживающей влагу и обогащающей почву при разложении. На данном этапе возможны несколько сценариев развития сообществ. В них может происходить вселение сосны с последующим формированием древесного яруса; этот процесс может завершиться восстановлением

**Таблица 3.** Корреляция осей NMDS-ординации со значениями экологических факторов

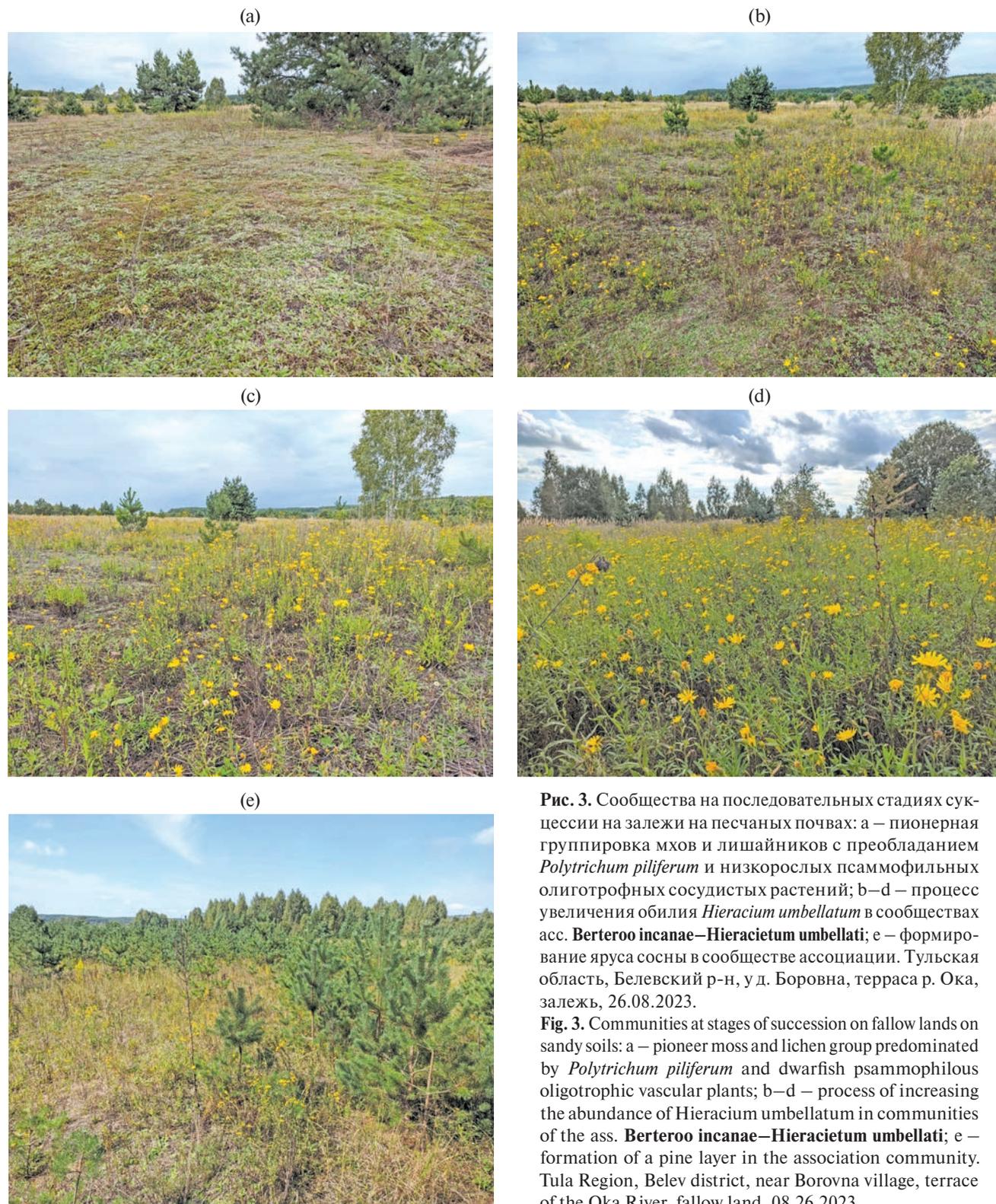
**Table 3.** Correlation of NMDS axes with values of environmental factors

Ось / Axis	NMDS1	NMDS2	NMDS3
Освещенность (LIGHT)	–0.333	<b>–0.720</b>	–0.111
Температура (TEMP)	0.000	<b>0.662</b>	–0.111
Континентальность (CONT)	0.333	<b>0.578</b>	0.000
Влажность субстрата (MOIST)	<b>0.667</b>	–0.111	0.000
Кислотность субстрата (REACT)	0.000	<b>–0.692</b>	–0.216
Богатство почвы минеральным азотом (NUTR)	<b>0.798</b>	–0.111	0.000

**Примечание.** Полу жирным шрифтом выделены значения коэффициента корреляции, достоверные при  $p < 0.05$ .  
**Note.** Correlation coefficient values significant at  $p < 0.05$  are highlighted in bold.

**Таблица 4.** Параметры осей NMDS-ординации  
**Table 4.** Parametres of the NMDS axes

Ось / Axis	NMDS1	NMDS2	NMDS3
Нагрузка на ось / Eigenvalues	0.685	0.489	0.000
Длина оси / Axis length	3.892	2.834	0.000



**Рис. 3.** Сообщества на последовательных стадиях сукцессии на залежи на песчаных почвах: а – пионерная группировка мхов и лишайников с преобладанием *Polytrichum piliferum* и низкорослых псаммофильных олиготрофных сосудистых растений; б–д – процесс увеличения обилия *Hieracium umbellatum* в сообществах асс. *Berteroo incanae–Hieracietum umbellati*; е – формирование яруса сосны в сообществе ассоциации. Тульская область, Белевский р-н, у д. Боровна, терраса р. Ока, залежь, 26.08.2023.

**Fig. 3.** Communities at stages of succession on fallow lands on sandy soils: а – pioneer moss and lichen group predominated by *Polytrichum piliferum* and dwarfish psammophilous oligotrophic vascular plants; б–d – process of increasing the abundance of *Hieracium umbellatum* in communities of the ass. *Berteroo incanae–Hieracietum umbellati*; е – формирование яруса сосны в сообществе ассоциации. Тульская область, Белевский р-н, у д. Боровна, терраса р. Ока, залежь, 08.26.2023.

соснового олиготрофного леса. Возраст некоторых описанных нами сообществ с редкими деревьями *Pinus sylvestris* на данном этапе сукцессии может составлять 6–15 лет, так как возраст сосны не превышает 15 лет, и ее вселение может происходить не сразу после забрасывания пашни. В данных местообитаниях возможны пожары, которые ведут к перестройке состава и структуры сообществ: деревья и кустарники погибают, из травяного покрова выпадают луговые мезофиты, активно идет распространение постпирогенного длиннокорневищного многолетника *Calamagrostis epigejos*. Такие сообщества, отнесенные нами ранее (Купреев, Семеншченков, 2022) к категории неравнозначных в рамках класса **Koelerio-Corynephoretea**, могут сохраняться длительное время. Возможен и сценарий, при котором сомкнутый покров многолетних трав способствует дальнейшей мезофитизации местообитания, возрастанию разнообразия луговых мезофильных видов и препятствует вселению сосны. В данном случае идет формирование мезофитного луга, где в будущем возможно формирование березняка, а затем березово-соснового леса.

## 2. Сообщества с участием и доминированием *Viscaria vulgaris*

**Состав и структура.** В вертикальной структуре сообществ выделяются три горизонта. Облик верхнего, высотой до 50 см, определяет *Viscaria vulgaris*, которая создает малиновый аспект во время цветения (рис. 4). На некоторых участках желтый аспект – *Oenothera biennis*. В приземном горизонте (высота – до 20 см) локально доминируют *Pilosella officinarum*, иногда – *Fragaria viridis*, обычно многочисленны розетки листьев *Viscaria vulgaris*. В сообществах рассеянно встречаются диагностические виды союза **Hyperico perforati–Scleranthion perennis** и порядка **Trifolio arvensis–Festucetalia ovinae**: *Elytrigia repens*, *Festuca ovina*, *Galium mollugo*, *Helichrysum arenarium*, *Hypericum perforatum*, *Jasione montana*, *Pilosella officinarum*, *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus perennis*, *Trifolium arvense* с участием диагностических видов классов **Koelerio–Corynephoretea canescentis** и **Molinio–Arrhenatheretea**. Во всех сообществах есть подрост сосны высотой 0.3–5.0 м; возраст деревьев – до 12 лет.

Мохово-лишайниковый горизонт слабо выражен. Покров мхов неравномерный; локально доминирует *Brachythecium albicans*. Высокую константность имеет *Polytrichum juniperinum*, характерный для разреженных олиготрофных сосновых лесов и их опушек в изучаемом регионе.



**Рис. 4.** Сообщество асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. Смоленская область, Рославльский р-н, у д. Крутогорка, залежь с песчаными почвами, окрестности карьера по добыче песка, 17.06.2023. Аспектирует *Viscaria vulgaris*. Тульская область, Белевский р-н, у д. Кураково, терраса р. Ока, залежь, 26.08.2023. **Fig. 4.** Community of the ass. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. Smolensk Region, Roslavl district, near Krutogorka village, fallow land on sandy soils, vicinity of a sand quarry, 06.17.2023. *Viscaria vulgaris* aspecting. Tula Region, Belev district, near Kurakovo village, terrace of the Oka River, fallow land, 08.26.2023.

Общее проективное покрытие – 35–65%. Флористическая насыщенность – 12–27 видов на 100 м<sup>2</sup>.

**Экология и местообитания.** Сообщества формируются на залежах, примыкающих к массивам олиготрофных сосновых лесов, на бедных минеральным азотом (3.7 баллов по шкале Элленберга), сухих (3.8), кислых (5.1) песчаных почвах. Представляют собой одну из стадий сукцессионного восстановления растительности на залежах у южной границы подтайги, завершающегося формированием сосновых лесов.

**Вопросы синтаксономии.** Сообщества отнесены к новой ассоциации, описание которой дается ниже.

Асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. Номенклатурный тип (*holotypus*) – табл. 1, оп. 21, Смоленская область, Рославльский р-н, у д. Крутогорка, залежь с песчаными почвами, окрестности карьера по добыче песка, 17.06.2023; автор: Ю.А. Семенищенков.

Д. в.: *Hypochaeris radicata*, *Oenothera biennis*, *Polytrichum juniperinum*, *Viscaria vulgaris*.

В Европе травяные сообщества с участием и доминированием *Viscaria vulgaris* неоднократно относились к разным ассоциациям растительности степей или остепненных лугов (часто объединяемых в зарубежной литературе под названием “dry grasslands”) (табл. 5). В составе класса **Festuco–Brometea** в Германии была установлена асс. **Aveno pratensis–Viscarietum vulgaris** Oberdorfer 1949, типизацию которой провел J. Dengler (2003); в данной работе приведено описание, выбранное в качестве неотипа (Oberdorfer, 1949: табл. 6, описание 2). Однако, как отмечает J. Dengler (2003), в литературе объем ассоциации представляется по-разному, поэтому данный синтаксон с пометкой “nomen ambiguum” (двусмысленное название) отнесен в качестве синонима к центральноевропейской асс. **Gentiano–Koelerietum** R. Knapp ex Bornkamm 1960 nom. cons. rporos. Критические заметки по синтаксономии последней дают W. Willner с соавторами (Willner et al., 2019), указывая на невалидность синтаксона и эколого-флористическое сходство с асс. **Mesobrometum** Br.-Bl. in Scherr. 1925. Фактически эти синтаксоны представляют западноевропейские сообщества класса **Festuco–Brometea** и по этой причине не добавлены нами в табл. 5 для сравнения.

Для Бельгии (Lebrun et al., 1949) приводится ассоциация с “континентальным и субсарматским распространением” **Festuceto** (*F. duriuscula*)–**Viscarietum vulgaris** Br.-Bl. (год публикации неизвестен) с характерными видами: *Artemisia campestris*, *Aster linosyris* (= *Galatella linosyris*), *Campanula patula*, *Viscaria vulgaris*. Перечисленные виды распространены на юго-западе России, однако данная ассоциация установлена для союза **Bromion** Br.-Bl. (в таком виде название приведено в данной работе; вероятно, имеется в виду союз мезоксерофитных базифильных травяных сообществ Западной Европы и субатлантической Центральной Европы **Bromion erecti** Koch 1926, синонимами которого являются невалидно установленные союзы **Bromion erecti** Br.-Bl. 1931 [Art. 2b], **Bromion erecti** Br.-Bl. 1936 [Art. 31]). Следует отметить, что имяобразующий таксон *Festuca duriuscula* (не перечислен среди характерных видов) в соответствии с принятой нами трактовкой (Tzvelev, Probatova, 2019) считается синонимом *Festuca trachyphylla* (Наск.) Krajina. Материалы для флористического сравнения по данной ассоциации найти не удалось.

На юго-западе России *Viscaria vulgaris* с разной константностью отмечается в ассоциациях остепненных

лугов порядка **Galietaalia veri** Mirkin et Naumova 1986 (класс **Molinio–Arrhenateretea**) и класса **Trifolio–Geranietea sanguinei** (Bulokhov, 2001; Bulokhov, Kharin, 2008; Semenishchenkov, 2009; Averinova, 2010; Poluyanov, Averinova, 2012; и др.). Так, высокая константность вида ( $IV^{r+}$ ) отмечена для асс. **Euphorbio subtilis–Brachypodietum pinnatae** Averinova 2010. Она объединяет остепненные опушечные злаково-разнотравные сообщества балок на черноземах, континуально связанные с луговыми степями в Курской области (Averinova, 2010; Poluyanov, Averinova, 2012). Ассоциация установлена в рамках класса **Trifolio–Geranietea sanguinei**; диагностические виды (*Brachypodium pinnatum*, *Bromopsis riparia*, *Delphinium cuneatum*, *Eremogone micradenia*, *Euphorbia subtilis*, *Lathyrus lacteus*, *Serratula lycopifolia*, *Stipa pennata*, *Thesium ebracteatum*, *Valeriana rossica*, *Veronica spuria*) в сообществах новой ассоциации не встречаются. В связи с очевидными эколого-флористическими различиями данный синтаксон не взят нами для сравнения.

Высокое постоянство *Viscaria vulgaris* ( $IV^{r-1}$ ) отмечено для асс. **Koelerio (delavignei)–Agrostietum vinealis** Sipaylova et al. 1985 (Shelyag-Sosonko et al., 1987), известной из России для поймы р. Сейм в Курской области (Poluyanov, Averinova, 2012). Ее диагностические виды *Agrostis vinealis* и *Koeleria delavignei* в наших сообществах отсутствуют, однако в связи с некоторым сходством ценофлоры и географической близостью ее сообществ с описанными нами данный синтаксон добавлен в сравнительную табл. 5.

На основе доступных геоботанических материалов по Центральной России Н. Б. Леонова (Leonova, 1997) установила асс. **Viscarietum vulgaris** Leonova 1997 nom. inval. [Art. 1] с вариантами **Phleum phleoides** и **Briza media**, сообщества которой, по мнению автора, приурочены к северной части области распространения сообществ союза **Trifolion montani** Naumova 1986 – подтаежной и частично южнотаежной ботанико-географических подзон. Следует отметить, что в “Иерархической системе...” (Mucina et al., 2016) данный союз объединяет остепненные луга на изредка затопляемых речных террасах другого региона – Южного Урала и Западной Сибири (распространение его сообществ и эколого-флористическая трактовка союза, на наш взгляд, нуждаются в изучении). В качестве дифференциальных видов ассоциации автором названы *Alchemilla* sp. (= *A. vulgaris*), *Centaurea scabiosa*, *Silene nutans*, *Viscaria vulgaris*. Несмотря на то, что ассоциация установлена невалидно, она добавлена в сравнительную табл. 5.

**Таблица 5.** Сравнительная таблица флористического состава синтаксонов с высокой константностью *Viscaria vulgaris* в Европе

**Table 5.** Comparative table of the floristic composition of the syntaxa with the high constancy of *Viscaria vulgaris* in Europe

Синтаксоны / Syntaxa	1	2	3	4	5	6	7	8
K <sub>s</sub>	—	0.37	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.36
Количество описаний / Number of relevés	17	8	10	10	6	10	9	6
Диагностические виды (д. в.) асс. <b>Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris</b> ass. nov. Diagnostic species (d. s.) of the ass. <b>Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris</b> ass. nov.								
<i>Viscaria vulgaris</i>	V	IV	V	IV	III	V	V	V
<i>Artemisia campestris</i> (KC)	V	I	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	V	.	.	.	I	V	II	I
<i>Hypochaeris radicata</i> (KC)	III	.	.	.	.	.	.	.
Дифференцирующие виды (диф. в.) асс. <b>Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris</b> ass. nov. Differential species (dif. s.) of the ass. <b>Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris</b> ass. nov.								
<i>Pinus sylvestris</i>	V	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	IV	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	IV	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	IV	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	III	.	.	.	.	.	.	.
<i>Jasione montana</i> (KC)	II	.	.	.	.	.	.	.
Диф. в. асс. <b>Koelerio-Agrostietum vinealis</b> Dif. s. of the ass. <b>Koelerio-Agrostietum vinealis</b>								
<i>Agrostis vinealis</i> (KC)	I	V	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	I	III	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	V	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus borbasii</i> (KC)	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex confertus</i> (MA)	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica prostrata</i>	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium planum</i>	.	III	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca valesiaca</i>	.	III	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i> (MA)	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i> (MA)	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pallescens</i> (MA)	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia virgata</i>	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago falcata</i>	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga genevensis</i>	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera rubricaulis</i>	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Silene tatarica</i>	.	II	.	.	.	.	.	.
Диф. в. асс. <b>Viscarietum vulgaris</b> Dif. s. of the ass. <b>Viscarietum vulgaris</b>								
<i>Alchemilla</i> sp.	.	.	V	IV	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i> (MA)	.	.	IV	IV	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i> (MA)	.	.	IV	III	.	.	.	.
<i>Silene nutans</i>	.	.	IV	II	.	.	.	.
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	IV	I	.	.	.	.
<i>Leontodon hispidus</i> (MA)	.	.	III	III	.	.	.	.
<i>Campanula glomerata</i> (MA)	.	.	III	III	.	.	.	.
<i>Pilosella caespitosa</i> (MA)	.	.	III	III	.	.	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	.	III	III	.	.	.	.
<i>Geranium pratense</i> (MA)	.	.	III	II	.	.	.	.

Таблица 5. Продолжение  
Table 5. Continue

Синтаксоны / Syntaxa	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Seseli libanotis</i> (МА)	.	.	III	I	.	.	.	.
<i>Carum carvi</i> (МА)	.	.	III	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis kaufmannii</i>	.	.	III	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> (МА)	.	.	II	II	.	.	.	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	II	II	.	.	.	.
<i>Artemisia absinthium</i>	.	.	II	I	.	.	.	.
<i>Campanula persicifolia</i>	.	.	I	I	.	.	.	.
Диф. в. синтаксонов России Dif. s. of the syntaxa in Russia								
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	IV	V	III	II	.	.	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	IV	III	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula patula</i> (МА)	III	.	III	III	.	.	.	.
<i>Trifolium montanum</i>	II	IV	V	V	.	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr. (МА)	I	IV	V	IV	.	.	.	.
<i>Galium mollugo</i> (МА)	I	IV	IV	V	.	.	.	.
<i>Carex hirta</i> (МА)	I	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i> (МА)	I	II	III	IV	.	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i> (МА)	I	II	I	III	.	.	.	.
<i>Elytrigia repens</i>	I	II	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica spicata</i>	I	II	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula multiflora</i>	I	II	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> (МА)	I	I	III	III	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	I	I	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	I	I	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron acris</i>	I	I	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i> (МА)	I	.	IV	IV	.	.	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	I	.	IV	IV	.	.	.	.
<i>Koeleria delavignei</i>	.	IV	II	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus polyanthemus</i> (МА)	.	III	IV	V	.	.	.	.
<i>Plantago media</i> (МА)	.	II	V	V	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i> (МА)	.	II	V	IV	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i> (МА)	.	II	IV	IV	.	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i> (МА)	.	II	IV	IV	.	.	.	.
<i>Polygala comosa</i>	.	II	IV	II	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	II	III	II	.	.	.	.
<i>Viola canina</i>	.	II	II	I	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	.	II	.	IV	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i> (МА)	.	I	V	II	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> aggr. (МА)	.	I	IV	III	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i> (МА)	.	I	III	II	.	.	.	.
<i>Carex praecox</i> (КС)	.	I	II	.	.	.	.	.
Диф. в. асс. <i>Potentillo argenteae</i> – <i>Viscariaum vulgaris</i> Dif. s. of the ass. <i>Potentillo argenteae</i> – <i>Viscariaum vulgaris</i>								
<i>Sedum acre</i> (КС)	.	.	.	.	IV	IV	V	III
<i>Peltigera canina</i> (КС)	.	.	.	.	IV	II	IV	III
<i>Cladonia fimbriata</i> (КС)	.	.	.	.	IV	II	IV	II
<i>Cetraria aculeata</i> (КС)	.	.	.	.	IV	I	II	.
<i>Racomitrium canescens</i> (КС)	.	.	.	.	IV	.	.	.

Таблица 5. Продолжение  
Table 5. Continue

Синтаксоны / Syntaxa	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Cladonia arbuscula</i> (KC)	.	.	.	.	III	IV	II	.
<i>Cladonia subulata</i> (KC)	.	.	.	.	III	.	IV	.
<i>Trifolium arvense</i> (KC)	.	.	.	.	II	I	IV	.
<i>Cladonia gracilis</i> (KC)	.	.	.	.	II	I	IV	.
<i>Syntrichia ruralis</i>	.	.	.	.	II	I	III	IV
<i>Veronica verna</i>	.	.	.	.	II	I	II	I
<i>Dicranum scoparium</i> (KC)	.	.	.	.	I	V	V	.
<i>Hylotelephium maximum</i>	.	.	.	.	I	IV	III	III
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	.	I	III	II	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	.	V	IV	.
<i>Rumex acetosa</i> (MA)	.	.	.	.	.	III	III	.
<i>Luzula campestris</i> *	.	.	.	III?	.	II	IV	II
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	II	II	III
<i>Scleranthus polycarpus</i>	.	.	.	.	.	II	I	I
<i>Viola tricolor</i> (MA)	.	.	.	.	.	II	I	.
<i>Cetraria islandica</i> (KC)	.	.	.	.	.	I	IV	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	I	III	II
<i>Myosotis ramosissima</i> (KC)	.	.	.	.	.	I	II	.
<i>Veronica officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	III	I
Общие виды синтаксонов Южного Нечерноземья России и Европы Common species of syntaxa of the Southern Nechernozemye of Russia and Europe								
<i>Brachythecium albicans</i> (KC)	V	.	.	.	V	III	V	II
<i>Pilosella officinarum</i> (KC)	IV	II	II	IV	I	I	V	V
<i>Potentilla argentea</i>	III	V	.	.	V	V	V	V
<i>Achillea millefolium</i> aggr. (MA)	III	V	V	V	III	IV	V	V
<i>Agrostis capillaris</i> (MA)	II	V	IV	IV	III	V	V	V
<i>Ceratodon purpureus</i> (KC)	II	II	.	.	V	II	V	III
<i>Cladonia furcata</i> s. l. (incl. var. <i>palamaea</i> ) (KC)	II	.	.	.	V	V	V	II
<i>Hypericum perforatum</i> (MA)	II	I	.	.	.	II	II	III
<i>Rumex acetosella</i> s. l. (incl. <i>R. tenuifolius</i> )	I	IV	II	II	IV	IV	V	II
<i>Plantago lanceolata</i> s. l. (incl. subsp. <i>sphaerostachya</i> ) (KC)	I	IV	I	IV	III	V	IV	IV
<i>Poa angustifolia</i>	I	IV	.	.	III	IV	V	V
<i>Anthoxanthum odoratum</i> (KC)	I	II	III	IV	.	V	II	II
<i>Trifolium medium</i>	I	.	.	III	.	I	I	IV
<i>Festuca ovina</i> (KC)	I	.	.	.	IV	V	V	IV
<i>Cladonia pyxidata</i>	I	.	.	.	IV	I	IV	I
<i>Polytrichum piliferum</i> (KC)	I	.	.	.	III	II	II	.
<i>Abietinella abietina</i>	I	.	.	.	I	II	IV	III
<i>Lotus corniculatus</i> (MA)	.	V	III	II	.	I	III	II
<i>Galium verum</i> (KC)	.	V	.	.	III	IV	V	V
<i>Stellaria graminea</i> (MA)	.	III	IV	IV	.	III	IV	.
<i>Lathyrus pratensis</i> (MA)	.	I	.	.	.	.	I	III
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	V	IV	I	I	III	III
<i>Festuca rubra</i> (MA)	.	.	V	III	II	II	III	V
<i>Cerastium fontanum</i> (MA)	.	.	IV	III	.	I	I	II
<i>Dianthus deltoides</i> (KC)	.	.	II	I	.	III	III	IV

Примечание / Note. Синтаксоны: 1 – асс. *Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris* ass. nov. (Россия, Южное Нечерноземье России; данные авторов), 2 – *Koelerio–Agrostietum vinealis* (Sipaylova et al., 1985) Shelyag et al. 1987 (Россия,

Таблица 5. Примечание (продолжение)

Table 5. Note (Continue)

Курская область; Полуянов, Аверина, 2012), 3, 4 – асс. **Viscarietum vulgaris** Leonova 1997 nom. inval. (Центральная Россия; Леонова, 1997): 3 – вар. **Phleum phleoides**, 4 – вар. **Briza media**, 5–8 – асс. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** Balcerkiewicz et Brzeg 2001: 5 – субасс. **typicum**, субасс. **anhoxanthetosum odorati**, 6 – субасс. **hieracietosim pilosellae** var. **typica**, 7 – субасс. **hieracietosim pilosellae** var. **Cladonia** (Финляндия; Balcerkiewicz et Brzeg 2001).

Syntaxa: 1 – асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. (Russia, Southern Nechernozemye; original data), 2 – **Koelerio–Agrostietum vinealis** (Sipailova et al. 1985) Shelyag et al. 1987 (Russia, Kursk region; Poluyanov, Averinova, 2012), 3, 4 – асс. **Viscarietum vulgaris** Leonova 1997 nom. inval. (Central Russia; Leonova, 1997): 3 – вар. **Phleum phleoides**, 4 – вар. **Briza media**, 5–8 – асс. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** Balcerkiewicz et Brzeg 2001: 5 – субасс. **typicum**, субасс. **anhoxanthetosum odorati**, 6 – субасс. **hieracietosim pilosellae** var. **typica**, 7 – субасс. **hieracietosim pilosellae** var. **Cladonia** (Finland; Balcerkiewicz, Brzeg, 2001).

Отмечены для одного синтаксона с постоянством “I” / Recorded for the one syntaxon with constancy “I”: *Arenaria serpyllifolia* 1, *Artemisia austriaca* 2, *A. vulgaris* 1, *Asparagus officinalis* (KC) 2, *Carex contigua* 2, *C. ericetorum* 2, *Cichorium intybus* 2, *Cirsium vulgare* 2, *Cladonia chlorophaea* (KC) 1, *C. coniocraea* 1, *Cladonia* sp. 1, *Cladonia* sp.1 1, *Cladonia* sp.2 1, *Echium vulgare* (KC) 1, *Erigeron canadensis* 2, *Festuca beckeri* (KC) 2, *F. gigantea* 1, *Galium uliginosum* (MA) 2, *Genista tinctoria* (MA) 1, *Gladiolus tenuis* (MA) 2, *Helictotrichon pubescens* 1, *Inula britannica* (MA) 2, *Jacobaea vulgaris* 1, *Kadenia dubia* 2, *Lupinus polyphyllus* 1, *Lychnis flos-cuculi* 2, *Lythrum virgatum* (MA) 2, *Peltigera rufescens* 1, *Peltigera* sp. 1, *Pleurozium schreberi* 1, *Poa compressa* 1, *Potentilla intermedia* 1, *Pyrus pyrastra* 2, *Ranunculus repens* (MA) 2, *Rumex crispus* (MA) 1, *Salix cinerea* 2, *Scabiosa ochroleuca* 1, *Scleranthus perennis* (KC) 1, *Scutellaria hastifolia* (MA) 2, *Solidago canadensis* 2, *Thalictrum lucidum* (MA) 2, *Thymus pulegioides* 1, *Trifolium aureum* 1, *T. hybridum* (MA) 2, *Valeriana officinalis* (MA) 2, *Veronica longifolia* (MA) 2, *Vicia tetrasperma* 2, *Viola arvensis* 1, *V. rupestris* 2.

Дополнительные обозначения: KC – диагностические виды класса **Koelerio–Corynepheretea canescentis**, MA – диагностические виды класса **Molinio–Arrhenatheretea**.

Additional designations: KC – diagnostic species of the class **Koelerio–Corynepheretea canescentis**, MA – diagnostic species of the class **Molinio–Arrhenatheretea**.

$K_S$  – значение коэффициента Сьеренсена для асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. и прочих синтаксонов.  $K_S$  – Sørensen coefficient value for the ass. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. and other syntaxa.

\*Распространение преимущественно западно- и центральноевропейского вида *Luzula campestris* в травяных сообществах в Центральной России сомнительно. Некоторые более ранние указания данного вида для юго-запада России (Булохов, 2001; Семенищенков, 2009) относятся к *L. multiflora*.

\*The distribution of the predominantly Western and Central European species *Luzula campestris* in herb communities of the Central Russia is doubtful. Some earlier records of this species for the southwestern Russia (Bulokhov, 2001; Semenishchenkov, 2009) refer to *L. multiflora*.

Для юго-запада Финляндии (Balcerkiewicz, Brzeg, 2001; Wojterska et al., 2018) известна асс. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** Balcerkiewicz et Brzeg 2001 с диагностическими видами *Cerastium arvense*, *Dianthus deltoides*, *Festuca ovina* s. str., *Galium verum* s. str., *Luzula campestris*, *Plantago lanceolata* subsp. *sphaerostachya* (= *Plantago lanceolata* s. l.), *Poa angustifolia*, *Viscaria vulgaris*. Данная ассоциация была отнесена авторами к союзу пионерной растительности на кислых маломощных почвах атлантических и суббореальных районов Западной Европы, севера Пиренейского полуострова и Мадейры **Thero–Airion** R. Тх. 1951 ex Oberd. 1957 порядка **Thero–Airetalia** Rivas Goday 1964 класса **Sedo–Scleranthetea** Br.-Bl. 1955 (принадлежность ассоциации к этим высшим единицам вызывает сомнение; в России сообщества союза и порядка неизвестны). Ее сообщества сформировались на обезлесенных территориях с неинтенсивным выпасом и имеют некоторое экологическое сходство

с описанными нами. Ассоциация добавлена в сравнительную табл. 5.

Асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** (табл. 5, синтаксон 1) имеет блок видов, дифференцирующих ее от других синтаксонов, взятых для сравнения: *Artemisia campestris*, *Calamagrostis epigeios*, *Hieracium umbellatum*, *Hypochaeris radicata*, *Jasione montana*, *Oenothera biennis*, *Solidago virgaurea*, *Pinus sylvestris*, *Polytrichum juniperinum* (высококонстантен в вар. **Polytrichum juniperinum** асс. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** из Финляндии (6)). Все перечисленные виды широко распространены в местообитаниях с бедными питательными веществами песчаными почвами Южного Нечерноземья России и, в том числе во вторичных биотопах на залежах.

Асс. **Koelerio–Agrostietum vinealis** (3) отличает обширный блок дифференцирующих видов, среди которых индикаторы пойменных местообитаний с песчаными

почвами (*Agrostis vinealis*, *Koeleria delavignei*), а также многочисленные мезофильные диагностические виды класса **Molinio–Arrhenatheretea**. Обращает на себя внимание присутствие в сообществах данной ассоциации тяготеющих к лесостепной и степной зонам видов: *Eryngium planum*, *Festuca valesiaca*, *Veronica prostrata*. В сравнении с асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris**, в ценофлоре асс. **Viscarietum vulgaris** (3, 4) более представительны мезофильные луговые виды класса **Molinio–Arrhenatheretea**: *Campanula glomerata*, *Carum carvi*, *Dactylis glomerata*, *Geranium pratense*, *Leontodon hispidus*, *Pilosella caespitosa*, *Poa pratensis*, *Seseli libanotis*, *Trifolium repens* и др.

Группа синтаксонов асс. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** (5–8), описанных в Финляндии, имеет обширный блок дифференцирующих видов, среди которых многочисленны диагностические виды класса **Koelerio–Corynephoretea canescentis**, как сосудистые растения *Myosotis ramosissima*, *Sedum acre*, *Trifolium arvense*, так и мхи и лишайники: *Cetraria aculeata*, *C. islandica*, *Cladonia arbuscula*, *C. fimbriata*, *C. gracilis*, *C. subulata*, *Dicranum scoparium*, *Peltigera canina*, *Racomitrium canescens*. Отмечены некоторые виды более западного по отношению к Южному Нечерноземью России распространения: *Cetraria aculeata*, *Luzula campestris*, *Racomitrium canescens*, *Scleranthus polycarpus*, однако существенных ботанико-географических различий с сообществами Южного Нечерноземья России не выявлено.

Коэффициенты сходства Сьеренсена ( $K_s$ ) ценофлоры новой ассоциации с другими синтаксонами,

взятыми для сравнения – 0.27–0.37, что свидетельствует о низком флористическом сходстве и делает возможным рассматривать сообщества из Южного Нечерноземья России в качестве самостоятельной ассоциации.

По результатам NMDS-ординации (рис. 5, табл. 6, 7), наибольший вклад в формирование различий

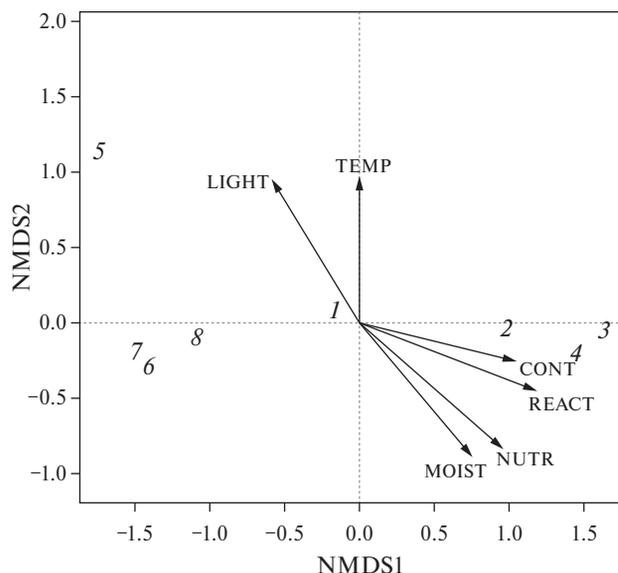


Рис. 5. Диаграмма NMDS-ординации синтаксонов (оси NMDS1, NMDS2). Обозначения синтаксонов – те же, что для табл. 5. Обозначения векторов экологических факторов – те же, что для рис. 1.

Fig. 5. Diagram of NMDS-ordination of syntaxa (axes NMDS1, NMDS2). For syntaxon designations see Table 5. For designations of the vectors of environmental factors see Fig. 1.

Таблица 6. Корреляция осей NMDS-ординации со значениями экологических факторов  
Table 6. Correlation of NMDS axes with values of environmental factors

Ось / Axis	NMDS1	NMDS2	NMDS3
Освещенность (LIGHT)	<b>-0.691</b>	0.182	<b>-0.473</b>
Температура (TEMP)	0.327	<b>0.855</b>	<b>-0.546</b>
Континентальность (CONT)	<b>0.643</b>	-0.071	<b>0.429</b>
Влажность субстрата (MOIST)	<b>0.786</b>	0.071	<b>0.429</b>
Кислотность субстрата (REACT)	<b>0.786</b>	0.071	<b>0.429</b>
Богатство почвы минеральным азотом (NUTR)	<b>0.929</b>	0.071	<b>0.429</b>

Примечание. Полужирным шрифтом выделены значения коэффициента корреляции, достоверные при  $p < 0.05$ . Обозначения – те же, что для табл. 3.

Note. Correlation coefficient values significant at  $p < 0.05$  are highlighted in bold. For designations see Table 3.

Таблица 7. Параметры осей NMDS-ординации  
Table 7. Parametres of NMDS axes

Ось / Axis	NMDS1	NMDS2	NMDS3
Нагрузка на ось / Eigenvalues	0.647	0.115	0.062
Длина оси / Axis length	3.387	1.428	0.758

ценофлор синтаксонов вносят следующие факторы: освещенность, влажность, кислотность, богатство минеральным азотом субстрата, континентальность, комплексный градиент которых соответствует оси NMDS1 с наибольшей нагрузкой. Ось NMDS2 фактически соответствует градиенту температуры; на оси NMDS3 прослеживается градиент всех анализируемых экологических факторов. Ценофлора новой **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. (синтаксон 1) фактически является самой мезофитной из всех сравниваемых синтаксонов по перечисленным выше факторам. Коррелирует с географическим положением сообществ синтаксонов их расположение вдоль вектора континентальности ценофлор: суббореальными являются псаммофитные сообщества из Финляндии (синтаксоны 5–8); наибольшей континентальностью характеризуются остепненные луга Центральной России (2–4); ценофлора новой ассоциации занимает промежуточное положение.

**Сукцессионные связи.** Асс. **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** представляет сообщества на ранней

стадии одного из возможных путей сукцессионного восстановления растительности на залежах (рис. 6) по сходным с предыдущей ассоциацией сценариям. На месте сосновых лесов после распахки песчаных земель формируются несомкнутые лишайниково-моховые группировки с участием низкорослых псаммофильных сосудистых растений (неранговые сообщества **Polytrichum piliferum** [Koelerio-Corynephoretea]). На данном этапе в отсутствии значительной конкуренции каудексовый многолетник *Viscaria vulgaris*, по-видимому, интенсивно осваивает данные местообитания, распространяясь семенами. Это ведет к формированию локальных скоплений и доминированию данного вида на площадях в виде пятен. Вероятно, имеет место конкуренция за пространство с почвопокровными видами: *Pilosella officinarum*, *Scleranthus perennis*, образующими местами сплошной покров *Brachythecium albicans*, *Polytrichum piliferum*, видами *Cladonia*. Удержанию фитоценологических позиций *Viscaria vulgaris* способствует наличие розетки листьев у генеративных растений и формирование удлиненных гипогейных корневищ для захвата пространства (Zhmylev et al., 2017). Дальнейшие пути



**Рис. 6.** Формирование древесного яруса в сообществе с доминированием *Viscaria vulgaris* и *Erigeron annuus* на продвинутой стадии сукцессии. Калужская область, Перемышльский р-н, у д. Гордиково, 2018 г.

**Fig. 6.** Formation of a tree layer in a community dominated by *Viscaria vulgaris* and *Erigeron annuus* at an advanced stage of succession. Kaluga Region, Peremyshl district, near Gordikovo village, 2018.

преобразования сообществ сходны с асс. **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati**.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные псаммофитные травяные сообщества на залежах на основании эколого-флористического своеобразия отнесены к двум новым ассоциациям **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati** ass. nov. и **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. в составе класса псаммофитной травяной растительности **Koelerio–Corynepherea canescentis**. Их сообщества представляют собой вторичную растительность на разных стадиях восстановительной сукцессии на месте олиготрофных сосновых лесов.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят д. б. н., в. н. с. лаборатории экологии широколиственных лесов ФГБУН Институт лесоведения РАН Е.Э. Мучник (Россия, Московская обл.) за идентификацию лишайников; к. г. н., доцента кафедры биогеографии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова Н.Б. Леонову за предоставленные материалы для флористического сравнения; д. б. н., заведующего кафедрой биологии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского А.Д. Булохова за консультации по вопросам синтаксономии травяной растительности; дирекции национального парка “Угра” в лице к. б. н., заместителя директора по научной работе А.В. Рогуленко за организацию исследований на территории ООПТ в 2023 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда по проекту № 24-24-00167 “Моделирование динамики и разнообразия псаммофитной травяной растительности при естественной рекультивации песчаных земель на юго-западе России”.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Albert A.J. et al. 2014. Secondary succession in sandy old-fields: a promising example of spontaneous grassland recovery – *Appl. Veg. Sci.* 17(2): 214–224.
- [Aleksandrova] Александрова В.Д. 1964. Изучение смен растительного покрова. – В кн.: Полевая геоботаника. Т. 3. М.–Л. С. 300–447.
- [Агеруева] Арепьева Л.А. 2015. Синантропная растительность города Курска. Курск. 203 с.
- [Averinova] Аверинова Е.А. 2010. Травяная растительность бассейна реки Сейм (в пределах Курской области). Брянск. 351 с.
- Balcerkiewicz S., Brzeg A. 2001. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** ass. nova – zespół pięciornika srebrnego i smółki pospolitej. – In: Typologia zbiorowisk i kartografia roślinności w Polsce – rozważania nad stamen współczesnym. Warszawa. P. 53–63.
- Bornkamm R. 1998. Mechanisms of succession on fallow land – *Vegetatio*. 77. 1/3: 95–101.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien; N.-Y. 865 p.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>
- [Bulokhov] Булохов А.Д. 2001. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск. 296 с.
- [Bulokhov] Булохов А.Д. 2013. Новые ассоциации класса **Trifolio–Geranietea sanguinei** Th. Müller 1961 в Брянской области. – *Растительность России*. 22: 3–10.  
<https://doi.org/10.31111/vegrus/2013.22.3>
- [Bulokhov] Булохов А.Д. 2019. Сообщества класса **Sedo–Scleranthetea** Br.-Bl. 1955 в пойме реки Десны – Разнообразии растительного мира. 3(3): 56–66.  
<https://doi.org/10.22281/2686-9713-2019-3-56-66>
- [Bulokhov et al.] Булохов А.Д., Ивенкова Н.Н., Панасенко Н.Н. 2020. Антропогенная растительность Брянской области. Брянск. 308 с.
- [Bulokhov, Kharin] Булохов А.Д., Харин А.В. 2008. Растительный покров Брянска и его пригородной зоны: (синтаксономия и мониторинг). Брянск. 311 с.
- Csecserits A., Czúcz B., Halassy M., Kröel-Dulay G., Rédei T., Szabó R., ... Török K. 2011. Regeneration of sandy old-fields in the forest steppe region of Hungary. – *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*. 145(3), 715–729.  
<https://doi.org/10.1080/11263504.2011.601340>
- Csecserits A., Redei T. 2001. Secondary succession on sandy old-field fields in Hungary – *Appl. Veg. Sci.* 4(1): 63–74.
- Dengler J. 2003. **Aveno pratensis–Viscarietum vulgaris** Oberd. 1949. – In: New descriptions and typifications of syntaxa within the project “Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability” Part I – *Feddes Repertorium*. 114(7–8): 587–631.  
<https://doi.org/10.1002/fedr.200311017>
- Ejrnæs R., Liira J., Poulsen R.S., Nygaard B. 2008. When has an abandoned field become a semi-natural grassland or heathland? – *Env. Management*. 42(4): 707–716.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth W., Paulißen D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 2. Aufl. Göttingen. 258 p.
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V.,

- Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. – *Arctoa*. 15: 1–130.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- [Клюев] Клюев Ю.А. 2013. Анализ восстановительной сукцессии на залежах Клетнянского полесья (в пределах Брянской области). – *Бюл. Брянского отделения РБО*. 2(2): 55–61.
- Kratzert G., Dengler J. 1999. Die Trockenrasen der “Gabower Hänge” am Oderbruch. *Verh. Bot. Ver. Berl. Brandenb.* 132. S. 285–329.
- [Купреев, Kholenko] Купреев В.Э., Холенко М.С. 2023. О разнообразии инвазионных видов в псаммофитных травяных сообществах на юго-западе России. – *Разнообразии растительного мира*. 3(18): 76–81.
- [Купреев, Semenishchenkov] Купреев В.Э., Семенищенков Ю.А. 2018. Ботанико-географическое своеобразие псаммофитных травяных сообществ с восстановлением сосны в Южном Нечерноземье России. – В сб.: *Актуальные вопросы биогеографии: мат. междунар. конф. (Санкт-Петербург, Россия, 9–12 октября 2018 г.)*. СПб. С. 218–221.
- [Купреев, Semenishchenkov] Купреев В.Э., Семенищенков Ю.А. 2022. Обзор синтаксонов псаммофитной травяной растительности Южного Нечерноземья России. – *Растительность России*. 45: 39–73.
- Kupreev V.E., Semenishchenkov Yu.A., Teleganova V.V., Muchnik E.E. 2020. Ecological and floristic features of pioneer grass vegetation on automorphic sandy soils as a pine-forest recovery phase in the Southern part of the Nonchernozem zone of Russia. – *Contemporary problems of ecology*. 13(1): 26–45.  
<https://doi.org/10.1134/S1995425520010059>
- Kupreev V.E., Kholenko M.S., Semenishchenkov Yu.A. 2021. Activity and phytocoenotic connections of alien plants in psammophytic habitats in South-West Russia. – In: *Invasion of Alien Species in Holarctic. Borok-VI: sixth International Symposium. Book of abstracts*. Kazan. P. 130.
- [Kuzemko] Куземко А.А. 2009. Лучна рослинність. Клас **Molinio–Arrhenatheretea**. Рослинність України. Київ. 376 с.
- [Kuz'menko] Кузьменко А.А. 2017. Псаммофитная травяная растительность Смоленско-Московской возвышенности. – *Бюл. Брянского отд. РБО*. 2(10): 26–34.
- Lebrun J., Noirfalise A., Heinemann P., Vanden Berghen C. 1949. Les associations végétales de Belgique. – *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*. 82(1): 105–199.
- [Леопова] Леопова Н.Б. 1997. Эколого-географический анализ остепненных лугов Центральной России: Дис. ... канд. геогр. наук. М. 224 с.
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F. J. A., Bergmeier E., Santos-Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko T., Didukh Ya. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. 19(1): 3–264.  
<https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. 2018. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Version 29. – April 2011. <http://130.238.83.220/santesson/home.php>. Date of access: 15.10.2023.
- Oberdorfer E. 1949. Die Pflanzengesellschaften der Wutachschlucht. – *Beitr. Naturkd. Forsch. Südwestdschl.* 8: 22–60.
- [Ovcharova] Овчарова Н.В. 2013. Флора и растительность залежей правобережья р. Оби: Алтайский край: Дис. ... канд. биол. наук. Уфа. 265 с.
- [Poluyanov, Averinova] Полуянов А.В., Аверинова Е.А. 2012. Травяная растительность Курской области (синтаксономия и вопросы охраны). Курск. 276 с.
- [Rastitel'nost' ...] Растительность европейской части СССР. 1980. Л. 429 с.
- [Semenishchenkov] Семенищенков Ю.А. 2009. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск. 400 с.
- Shelyag-Sosonko Yu.R., Sipaylova L.M., Solomakha V.A., Mirkin B.M. 1987. Meadow vegetation of the Desna flood plain (Ukraine, USSR). – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. 22: 113–169.
- [Shelyag-Sosonko et al.] Шеляг-Сосонко Ю.Р., Соломаха В.А., Сипайлова Л.М. 1986. Сообщества пойм лесной зоны Украины. – В кн.: *Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев)*. М. С. 59–62.
- [Sipaylova et al.] Сипайлова Л.М., Миркин Б.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Соломаха В.А. 1985. Нові союзи *Agrostion vinealis* та *Festucion pratensis* лучної рослинності. – *Укр. бот. журн.* 42(4): 13–18.
- The Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.  
<http://www.emplantbase.org/home.html>.  
 Date of access: 10.10.2023.
- Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. 2021. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th ed. – *Appl. Veg. Sci.* 24(1): 1–62.  
<https://doi.org/10.1111/avsc.12491>
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. – *Journ. Veg. Sci.* 13: 451–453.  
<https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- [Tzvelev, Probatova] Цвелев Н.Н., Пробатова Н.С. 2019. Злаки России. М. 646 с.
- Ubugunov V.L., Rupyshev Yu.A., Ubugunova V.I., Bazha S.N., Drobyshev Yu.I., Gunin P.D. 2018. Restoration of the soil and vegetation in sandy land with different stages of deflation. – In: *The fourth International Scientific Conference on Ecology and Geography of Plants and*

- Plant Communities. Ekaterinburg. P. 225–231. <https://doi.org/10.18502/kls.v4i7.3243>
- Willner W., Roleček J., Korolyuk A., Dengler J., Chytrý M., Janišová M., Leng-yel A., Ačić S., Becker Th., Čuk M., Demina O., Jandt U., Kački Z., Kuzemko A., Kropf M., Lebedeva M., Semenishchenkov Yu., Šilc U., Stančić Z., Staudinger M., Vassilev K., Yamalov S. 2019. Formalized classification of semi-dry grasslands in Central and Eastern Europe. – *Preslia*. 91(1): 25–49.
- Woch M.W. 2011. Xerothermic vegetation of fallow lands in western Małopolska. – *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*. 46(1): 105–120.
- Wojterska M., Balcerkiewicz S., Brzeg A. 2018. The map of vegetation complexes of the Seili island and its surroundings (SW Finland). – *Biodiv. Res. Conserv.* 52: 35–41.
- [Yamalov, Khasanova] Ямалов С.М., Хасанова Г.Р. 2008. Синтаксономия сообществ залежей. – В кн.: Синантропная растительность Зауралья и горно-лесной зоны Республики Башкортостан: фиторекультивационный эффект, синтаксономия, динамика. Уфа. С. 158–165.
- [Zhmylev et al.] Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Морозова О.В. 2017. Биоморфологическое разнообразие растений Московской области. Дубна. 325 с.

## NEW ASSOCIATIONS OF FLORISTIC CLASSIFICATION FOR PSAMMOPHYTIC HERB VEGETATION ON FALLOWS IN THE SOUTHERN NON-CHERNOZEM REGION OF RUSSIA

V. E. Kupreev<sup>1, \*</sup>, Yu. A. Semenishchenkov<sup>1, \*\*</sup>, E. M. Volkova<sup>2, \*\*\*</sup>

<sup>1</sup>*Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky  
Bezhitskaya Str., 14, Bryansk, 241050, Russia*

<sup>2</sup>*Tula State University  
Lenin Ave., 92, Tula, 300012, Russia*

\**e-mail: mimiparcs@gmail.ru*

\*\**e-mail: yuricek@yandex.ru*

\*\*\**e-mail: convallaria@mail.ru*

The article characterizes psammophytic herb communities on fallow lands, treated as two new associations **Berteroo incanae–Hieracietum umbellati** ass. nov. and **Polytricho juniperini–Viscarietum vulgaris** ass. nov. within the class of psammophytic herb vegetation **Koelerio–Corynephoretea canescentis** Klika in Klika et Novák 1941. Their communities represent secondary vegetation at different stages of regenerative succession on the site of oligotrophic pine forests. Based on floristic comparison, assessment of ecological regimes of community habitats and NMDS-ordination of coenofloras based on the H. Ellenberg's optimal scales, the differences between the new syntaxa of the Southern Nechernozemye (Non-Chernozem region) of Russia from previously established European units are demonstrated.

*Keywords:* fallow vegetation, psammophytic herb vegetation, Braun–Blanquet approach, Southern Nechernozemye of Russia

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Sc.D. in Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Ecology of Broad-Leaved Forests of the Institute of Forestry of the Russian Academy of Sciences E.E. Muchnik (Russia, Moscow Region) for identification of lichens; Ph.D. in Geographical Sciences, Ass. Professor of the Department of Biogeography of the Moscow Lomonosov State University N.B. Leonova for providing materials for floristic comparison; Sc.D. in Biological Sciences, Head of the Department of Biology

of the Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky A.D. Bulokhov for consultations on the syntaxonomy of herb vegetation; Directorate of the National Park ‘Ugra’ represented by Ph.D. in Biological Sciences, Deputy Director for Research A.V. Rogulenko for organizing research on the territory of the protected area in 2023.

The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation within the project N 24-24-00167 “Modeling the dynamics and diversity of psammophytic herb vegetation during natural reclamation of sandy lands in the south-west of Russia”.

## REFERENCES

- Albert A.J et al. 2014. Secondary succession in sandy old-fields: a promising example of spontaneous grassland recovery. — *Appl. Veg. Sci.* 17(2): 214–224.
- Aleksandrova V.D. 1964. Izucheniye smen rastitel'nogo pokrova [Study of changes in vegetation cover]. — In: *Polevaya geobotanika*. Vol. 3 Moscow–Leningrad. P. 300–447 (In Russ.).
- Arep'yeva L.A. 2015. Sinantropnaya rastitel'nost' goroda Kurska [Synanthropic vegetation of the Kursk city]. *Kursk*. 203 p. (In Russ.).
- Averinova E.A. 2010. Travyanaya rastitel'nost' basseyna reki Seym (v predelakh Kurskoy oblasti) [Grass vegetation of the Seim River basin (within the Kursk Region)]. *Bryansk*. 351 p. (In Russ.).
- Balcerkiewicz S., Brzeg A. 2001. **Potentillo argenteae–Viscarietum vulgaris** ass. nova — zespół pięciornika srebrnego i smółki pospolitej. — In: *Typologia zbiorowisk i kartografia roślinności w Polsce — rozważania nad stamen wspólnym*. Warszawa. P. 53–63.
- Bornkamm R. 1998. Mechanisms of succession on fallow land. — *Vegetatio*. 77. 1/3: 95–101.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl. Wien; N.-Y. 865 p.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>
- Bulokhov A.D., Ivenkova N.N., Panasenko N.N. 2020. Antropogennaya rastitel'nost' Bryanskoy oblasti [Anthropogenic vegetation of the Bryansk region]. *Bryansk*. 308 p. (In Russ.).
- Bulokhov A.D., Kharin A.V. 2008. Rastitel'nyy pokrov Bryanska i yego prigorodnoy zony: (sintaksonomiya i monitoring). — In: *Vegetation cover of Bryansk and its suburban area: (syntaxonomy and monitoring)*. *Bryansk*. 311 p. (In Russ.).
- Bulokhov A.D. 2001. Travyanaya rastitel'nost' Yugo-Zapadnogo Nechernozem'ya Rossii [Grass vegetation of the South-West Nechernozemye of Russia]. *Bryansk*. 296 p. (In Russ.).
- Bulokhov A.D. 2013. New associations of the class **Trifolio–Geranietea sanguinei** Th. Müller 1961 in the Bryansk region. — *Rastitelnost Rossii*. 22: 3–10 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.31111/vegrus/2013.22.3>
- Bulokhov A.D. 2019. Communities of the class Sedo-Scleranthetea Br.-Bl. 1955 in floodplain of the Desna River. *Raznoobrazie rastitel'nogo mira*. 3(3): 56–66 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.22281/2686-9713-2019-3-56-66>
- Csecserits A. et al. 2011. Regeneration of sandy old-fields in the forest steppe region of Hungary. — *Plant Biosystems — An International Journ. Dealing with all Aspect of Plant Biology*. 145(3): 715–729.
- Csecserits A., Redei T. 2001. Secondary succession on sandy old-field fields in Hungary. — *Appl. Veg. Sci.* 4(1): 63–74.
- Dengler J. 2003. **Aveno pratensis–Viscarietum vulgaris** Oberd. 1949. — In: *New descriptions and typifications of syntaxa within the project “Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability” Part I. — Feddes Repertorium*. 114(7–8): 587–631.  
<https://doi.org/10.1002/fedr.200311017>
- Ejrnæs R., Liira J., Poulsen R.S., Nygaard B. 2008. When has an abandoned field become a semi-natural grassland or heathland? — *Env. Management*. 42(4): 707–716.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth W., Paulißen D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 2 Aufl. Göttingen. 258 p.
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia — *Arctoa*. 15: 1–130.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- Klyuev Yu.A. 2013. Analiz vosstanovitel'noy suksessii na zalezhakh Kletnyanskogo poles'ya (v predelakh Bryanskoy oblasti) [The analysis of restorative succession on the fallow land of Kletnya marshy woodlands (within the bounds of the Bryansk region)]. — *Byulleten' Bryanskogo otdeleniya RBO*. 2(2): 55–61 (In Russ.).
- Kratzert G., Dengler J. 1999. Die Trockenrasen der “Gabower Hänge” am Oderbruch. *Verh. Bot. Ver. Berl. Brandenb.* 132. S. 285–329.
- Kupreev V.E., Semenishchenkov Yu.A. 2018. Botaniko-geograficheskoye svoeobrazie psammofitnykh travyanykh soobshchestv s vosstanovleniyem sosny v Yuzhnom Nechernozem'ye Rossii [The botanical and geographical peculiarity of psammophytic grass communities with the restoration of pine in the Southern Nechernozemye of Russia]. — In: *Aktual'nyye voprosy biogeografii: mat. mezhdunar. konf. (Sankt-Peterburg, Rossiya, 9–12 oktyabrya 2018 g.)*. St. Petersburg. P. 218–221 (In Russ.).
- Kupreev V.E., Semenishchenkov Yu.A. 2022. The survey of the psammophylous grass vegetation syntaxa in the Southern Nechernozemye of Russia. — *Rastitelnost Rossii*. 45: 39–73 (In Russ.).
- Kupreev V.E., Kholenko M.S. 2023. On the diversity of invasive species in psammophylous grass communities in the South-West Russia. — *Raznoobrazie rastitel'nogo mira*. 3(18): 76–81 (In Russ.).
- Kupreev V.E., Semenishchenkov Yu.A., Teleganova V.V., Muchnik E.E. 2020. Ecological and floristic features of pioneer grass vegetation on automorphic sandy soils as a pine-forest recovery phase in the Southern part of the Nonchernozem zone of Russia. — *Contemporary problems of ecology*. 13(1): 26–45.  
<https://doi.org/10.1134/S1995425520010059>
- Kupreev V.E., Kholenko M.S., Semenishchenkov Yu.A. 2021. Activity and phytocoenotic connections of alien plants in psammophytic habitats in South-West Russia. — In: *Invasion of Alien Species in Holarctic. Borok-VI: sixth International Symposium. Book of abstracts*. Kazan. P. 130.

- Kuzemko A.A. 2009. Meadow vegetation. Class **Molinio–Arhenatheretea**. – In: Rastitel'nost' Ukrainy. Kiev. 376 p. (In Ukr.).
- Kuz'menko A.A. 2017. Psammophyte grass vegetation of the Smolensk-Moscow Upland. – Byul. Bryanskogo otd. RBO. 2(10): 26–34 (In Russ.).
- Lebrun J., Noirfalise A., Heinemann P., Vanden Berghen C. 1949. Les associations végétales de Belgique. – In: Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique. 82(1): 105–199.
- Leonova N.B. 1997. Ekologo-geograficheskiy analiz ostepennykh lugov Tsentral'noy Rossii [Ecological and geographical analysis of steppe meadows of Central Russia]: Diss. Kand. Sci. Moscow. 224 p. (In Russ.).
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pal-las J., Daniëls F. J. A., Bergmeier E., Santos-Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko T., Didukh Ya.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. 19(1): 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. 2018. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Version 29. – April 2011. <http://130.238.83.220/santesson/home.php>. Date of access: 15.10.2023.
- Oberdorfer E. 1949: Die Pflanzengesellschaften der Wutach-schlucht. – Beitr. Naturkd. Forsch. Südwestdschl. 8: 22–60.
- Ovcharova N.V. 2013. Flora i rastitel'nost' zalezhey pravoberezh'ya r. Obi: Altayskiy kray [Flora and vegetation of fallow land on the right bank of the river. Obi: Altai region]: Diss. Kand. Sci. Ufa. 265 p. (In Russ.).
- Poluyanov A.V., Averinova E.A. 2012. Travyanaya rastitel'nost' Kurskoy oblasti (sintaksonomiya i voprosy ohrany) [Grass vegetation of the Kursk region (syntaxonomy and protection issues)]. Kursk. 276 p. (In Russ.).
- Rastitel'nost' yevropeyskoy chasti SSSR. 1980 [Vegetation of the European part of the USSR]. Leningrad. 429 p. (In Russ.).
- Semenishchenkov Yu.A. 2009. Fitotsenoticheskoye raznobraziye Sudost'-Desnyanskogo mezhdurech'ya [Phytocenotic diversity of the Sudost-Desna interfluvium]. Bryansk. 400 p. (In Russ.).
- Shelyag-Sosonko Yu.R., Sipaylova L.M., Solomakha V.A., Mirkin B.M. 1987. Meadow vegetation of the Desna flood plain, (Ukraine, USSR). – Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. 22: 113–169.
- Shelyag-Sosonko Yu.R., Solomaha V.A., Sipaylova L.M. 1986. Soobshchestva poym lesnoy zony Ukrainy [Communities of the floodplains of the forest zone of Ukraine]. – In: Klassifikatsiya rastitel'nosti SSSR (s ispol'zovaniyem floristicheskikh kriteriyev). Moscow. P. 59–62 (In Russ.).
- Sipaylova L.M., Mirkin B.M., Shelyag-Sosonko Yu.R., Solomaha V.A. 1985. New alliances of **Agrostion vinealis** and **Festucion pratensis** of meadow vegetation. – Ukr. bot. zhurn. 42(4): 13–18 (In. Ukr.).
- The Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. <http://www.emplantbase.org/home.html>. Date of access: 10.10.2023.
- Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. 2021. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th ed. Appl. Veg. Sci. 24(1): 1–62. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification – Journ. Veg. Sci. 13: 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Tzvelev N.N., Probatova N.S. 2019. Zlaki Rossii [Grasses of Russia]. Moscow. 646 p. (In Russ.).
- Ubugunov V.L., Rupyshev Yu.A., Ubugunova V.I., Bazha S.N., Drobyshev Yu.I., Gunin P. D. 2018. Restoration of the soil and vegetation in sandy land with different stages of deflation. – In: The fourth International Scientific Conference on Ecology and Geography of Plants and Plant Communities. Ekaterinburg. P. 225–231. <https://doi.org/10.18502/kl.v4i7.3243>
- Willner W. Roleček J., Korolyuk A., Dengler J., Chytrý M., Janišová M., Lengyel A., Ačić S., Becker Th., Čuk M., Demina O., Jandt U., Kačák Z., Kuzemko A., Kropf M., Lebedeva M., Semenishchenkov Yu., Šilc U., Stančić Z., Staudinger M., Vassilev K., Yamalov S. 2019. Formalized classification of semi-dry grasslands in Central and Eastern Europe. – Preslia. 91(1): 25–49.
- Woch M.W. 2011. Xerothermic vegetation of fallow lands in western Małopolska. – Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska. 46(1): 105–120.
- Wojterska M., Balcerkiewicz S., Brzeg A. 2018. The map of vegetation complexes of the Seili island and its surroundings (SW Finland). – Biodiv. Res. Conserv. 52: 35–41.
- Yamalov S.M., Khasanova G.R. 2008. Sintaksonomiya soobshchestv zalezhey [Syntaxonomy of fallow land communities]. – In: Sinantropnaya rastitel'nost' Zaural'ya i gorno-lesnoy zony Respubliki Bashkortostan: fitorekul'tivatsionnyy effekt, sintaksonomiya, dinamika. Ufa. P. 158–165 (In Russ.).
- Zhmylev P.Yu., Alekseev Yu.E., Morozova O.B. 2017. Biomorfologicheskoye raznobraziye rasteniy Moskovskoy oblasti [Biomorphological diversity of plants in the Moscow region]. Dubna. 325 p.

## ОСОБЕННОСТИ МИКРОСПОРОГЕНЕЗА И ФОРМИРОВАНИЯ ПЫЛЬЦЕВОГО ЗЕРНА У *HELIANTHUS OCCIDENTALIS* (ASTERACEAE)

© 2024 г. А. А. Бабро<sup>1</sup>, \*, О. Н. Воронова<sup>1</sup>, \*\*

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

\*e-mail: ABabro@binran.ru

\*\*e-mail: o\_voronova@binran.ru

Поступила в редакцию 06.08.2024 г.

Получена после доработки 10.08.2024 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

Исучен микроспорогенез и проведена оценка качества пыльцевых зерен у *Helianthus occidentalis* Riddell. Обнаружены аномалии развития и признаки деструкции репродуктивных структур на протяжении всего микроспорогенеза, начиная с первых этапов мейоза: нарушения в расхождении хромосом в метафазе первого деления, приводящие к появлению отстающих хромосом и образованию микронуклеусов; формирование монад, диад, триад вместо тетрад микроспор; отсутствие деления клеток после мейоза на самостоятельные микроспоры и формирование аномальных дефектных пыльцевых зерен (целиком из диады, тетрады клеток). Выявлена неоднородность пыльцевых зерен по размеру и восприимчивости к красителям. Отмечены деформированные (в том числе серповидные) и стерильные (с неокрашенным содержимым) пыльцевые зерна.

**Ключевые слова:** *Helianthus*, *Helianthus occidentalis*, микроспорогенез, мейоз, тетрада микроспор, микроспора, пыльцевое зерно

DOI: 10.31857/S0006813624090033 EDN: PAMUCX

Вид *Helianthus occidentalis* рода *Helianthus* L. относится к семейству Asteraceae L., трибе Heliantheae Cass, подтрибе Helianthinae Dumort. (The Families and Genera..., 2007). Указанный вид имеет естественный ареал в центральной и восточной части Северной Америки (*Helianthus occidentalis*..., 2024). В эмбриологическом отношении он изучен недостаточно.

*H. occidentalis* благодаря содержанию дитерпеновых кислот устойчив к вредителям подсолнечника (Stipanovic et al., 1979); отмечены популяции *H. occidentalis*, имеющие повышенную устойчивость к основным грибковым заболеваниям (Tikhomirov, Chiryaev, 2005) и этот признак передается гибридному потомству (Sujatha, 2006). В связи с этим данный вид включается в селекционную работу, а вещества, обеспечивающие устойчивость, могут

стать базой при создании препаратов для защиты растений.

При цитологической оценке пыльцы, взятой у разных образцов *H. occidentalis*, наблюдались существенные различия по ее качеству, а среди примерно одинаково окрашенных пыльцевых зерен — высокая степень варибельности по диаметру, что косвенно указывает на нарушения в микроспорогенезе (Voronova, Gavrilova, 2019).

Данная статья является продолжением работ по исследованию эмбриологии многолетних видов подсолнечника (Babro, Voronova, 2018; Voronova, Babro, 2018, 2019, 2021; Voronova, Ryazanova, 2022; Voronova et al., 2023) и посвящена исследованию процессов микроспорогенеза, формирования пыльцевого зерна и выявлению аномалий, влияющих на качество пыльцы у *H. occidentalis*.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является подсолнечник западный *Helianthus occidentalis* Riddell. Данный вид относится к серии *Atrotubentes* секции *Divaricati* в пределах рода *Helianthus* семейства *Asteraceae* (Schilling, Heiser, 1981). Вид относится к группе диких многолетних подсолнечников, по числу хромосом *H. occidentalis* – диплоид с  $2n = 34$  (Heiser, Smith, 1954; Markin et al., 2011).

Материал был собран на Кубанской опытной станции (КОС ВИР), расположенной в пос. Ботаника (45°21' с.ш. и 40°80' в.д.), где поддерживается коллекция Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Растения произрастали на поле в условиях свободного (перекрестного) опыления, без изоляции.

Целые корзинки на разных стадиях развития были собраны и зафиксированы в растворе FAA (формалин, ледяная уксусная кислота и 70% этанол в отношении 7 : 7 : 100). Материал дегидратировали через серию спиртов, проводили через ряд этанол-хлороформных смесей до чистого хлороформа и заключали в парафин или Histomix® (Биовитрум), постоянные препараты для световой микроскопии окрашивали сафранином или реактивом Шиффа, в обоих случаях с подкраской алциановым синим (более подробно см. Babro, Voronova, 2023).

Для анализа и фотосъемки препаратов использовали универсальный биологический моторизованный флуоресцентный микроскоп Axio Imager.Z1 и программный пакет Zen 3.3 (Carl Zeiss) – оборудование ЦКП “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В соцветии подсолнечника бутоны развиваются асинхронно, кругами, в центростремительной последовательности – первые раскрывшиеся бутоны и высыпание пыльцы наблюдаются на периферии корзинки.

Пыльники четырехгнездные (тетраспорангиатные), микроспорангии объединены в две теки. С адаксиальной стороны пыльника гнезда имеют несколько меньший диаметр, чем расположенные с абаксиальной стороны.

Нами не было выявлено существенных отклонений от нормального развития пыльников до стадии

начала микроспорогенеза. Стенка микроспорангия развивается по центробежному типу (Teryokhin et al., 1993). Сформированная стенка пыльника 4-слойная: эпидермис, эндотеций, средний слой (эфемерный) и тапетум. Археспориальные клетки пыльника дают начало спорогенным клеткам, число которых увеличивается путем митотических делений. Спорогенные клетки преобразуются в микроспороциты (рис. 1a, b, c).

Начиная с профазы мейоза и вплоть до стадии созревания пыльцевых зерен, были обнаружены различные аномалии.

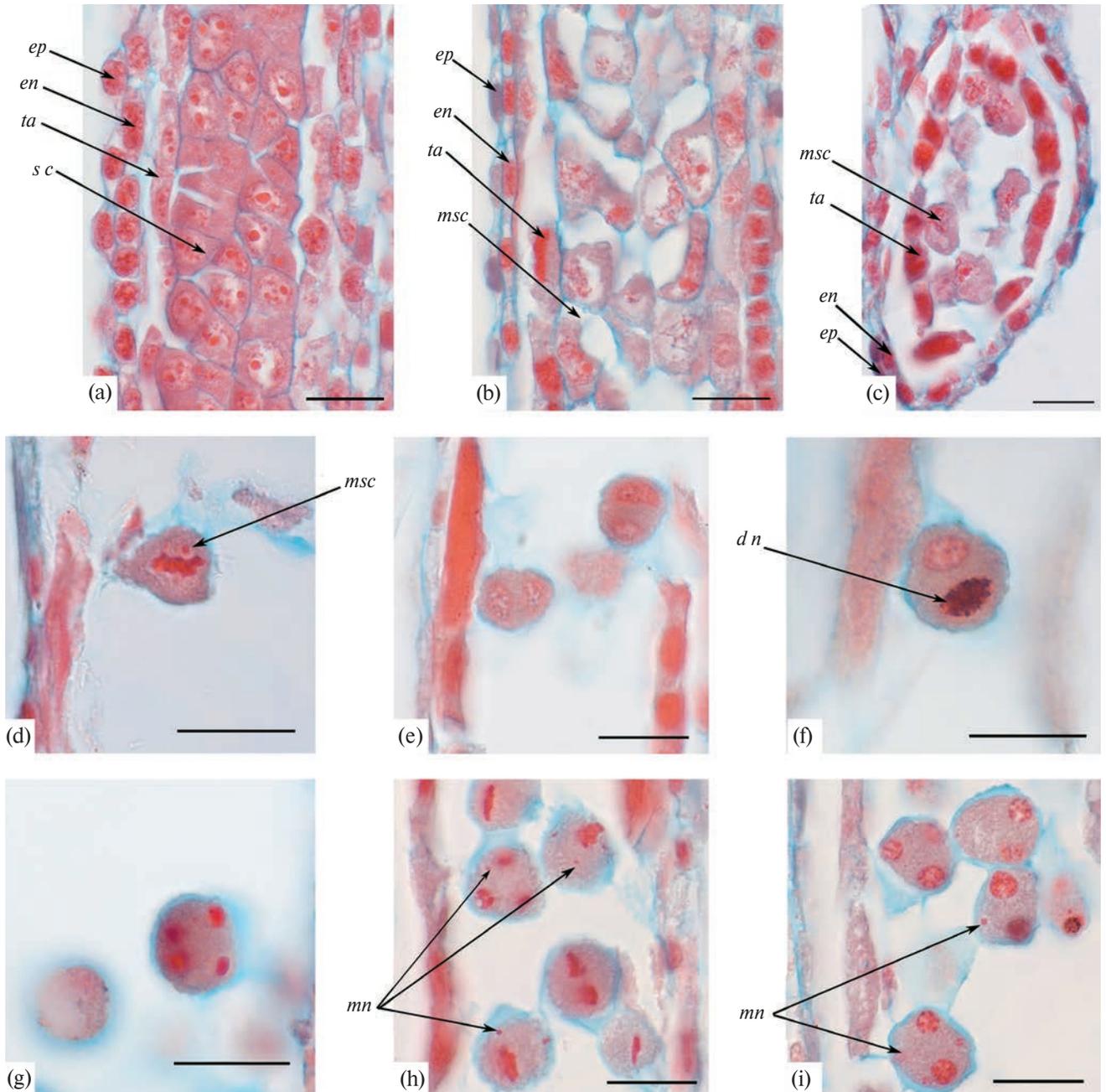
В метафазе первого деления мейоза были замечены отстающие хромосомы, находящиеся вне веретена деления (рис. 1d). В дальнейшем эти хромосомы так и оставались сгустками генетического материала в цитоплазме.

Помимо нормально формирующихся диад с двумя ядрами на стадии анафазы I (рис. 1e) были обнаружены диады, где одно из ядер начинало дегенерировать – на препаратах оно выглядело интенсивно темноокрашенным, структура его не просматривалась (рис. 1f).

Во втором делении мейоза (рис. 1g) уже в метафазе II наблюдались отклонения, которые приводили к нерегулярному паттерну в расхождении хромосом по клеткам тетрады – образовывались так называемые микро- и макронуклеусы (рис. 1h, i). Также обнаруживались клетки с отдельными дегенерирующими ядрами в формирующихся тетрадах (рис. 2a, b), в дальнейшем в тетрадах наблюдались дегенерирующие микроспоры, отличающиеся значительно более темной окраской ядра или ядра и цитоплазмы по сравнению с окружающими микроспорами (рис. 2c).

Заложение клеточных оболочек вокруг микро- и макроядер в конце анафазы второго деления мейоза приводило к формированию микроспор значительно меньшего или, напротив, увеличенного размера по сравнению с нормальным большинством. Как правило, варьирование отмечалось в пределах одной тетрады (рис. 2b). Также были обнаружены не только тетрады, но и триады, диады и даже монады микроспор, что, по-видимому, также связано с нарушениями в процессе мейоза – неправильном делении ядер или его отсутствии, а также в заложении клеточных оболочек между ядрами до достижения стадии тетрады (рис. 2d).

На стадии перехода от микроспоры к формированию пыльцевого зерна (микрогаметофита) отмечалась значительная их неоднородность по размерам. Кроме того, наблюдались деформированные, сжатые, в том

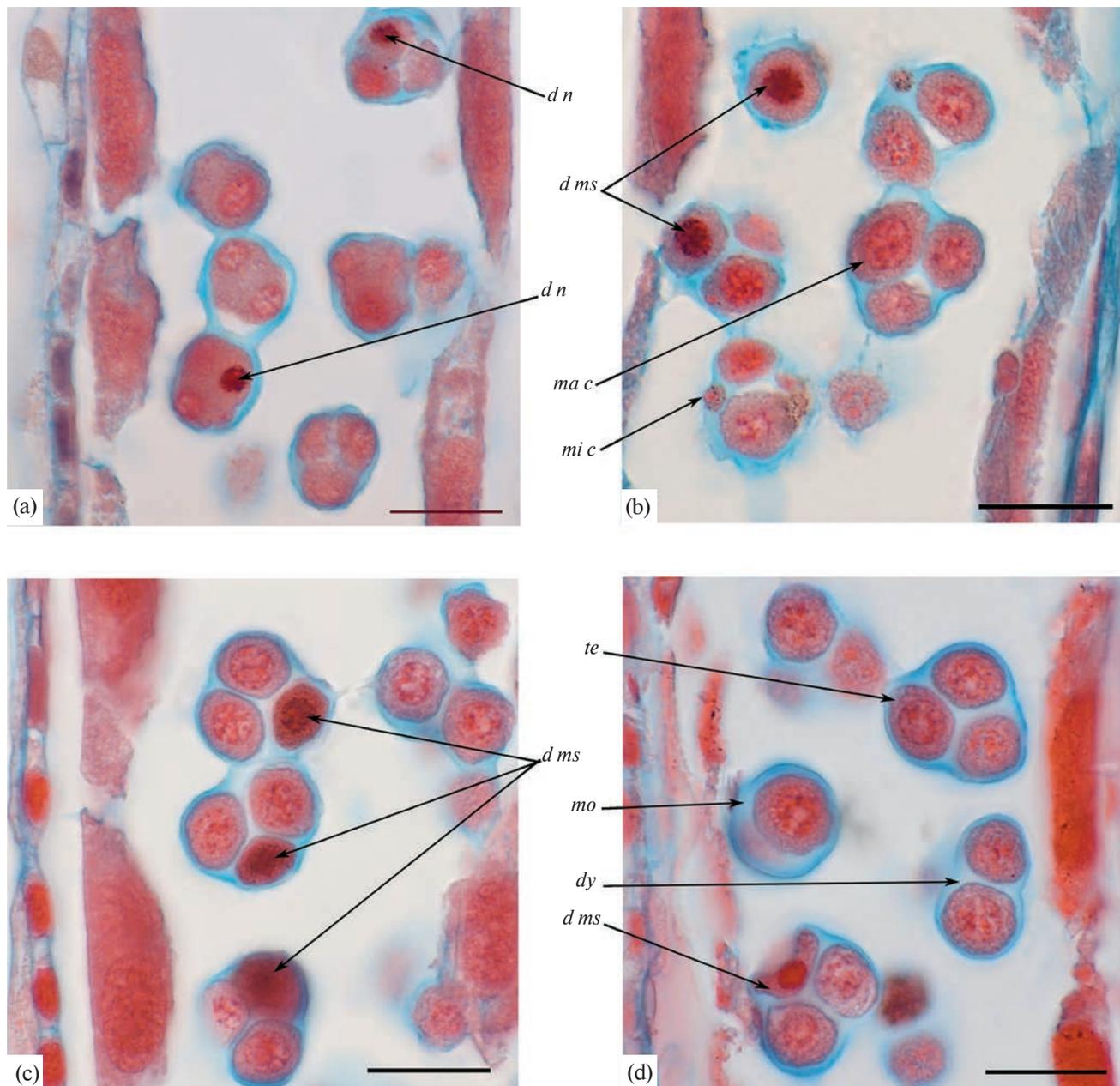


**Рис. 1.** Формирование микроспорозитов и аномалии в процессе мейоза в пыльниках *Helianthus occidentalis*:

а – продольный срез гнезда пыльника со спорогенными клетками; б – микроспорозиты, продольный срез пыльника; с – микроспорозиты, поперечный срез пыльника; д – метафаза I, видны отстающие хромосомы вне веретена деления; е – образование диад на стадии анафазы I; ф – диада, одно ядро дегенерирует; г – телофаза II; h, i – формирование микроспор, некоторые ядра значительно меньше других по размеру (микроядра). *dn* – дегенерирующее ядро; *en* – эндотечий; *ep* – эпидермис; *mn* – микроядро; *msc* – микроспорозит; *sc* – спорогенная клетка; *ta* – тапетум. Масштабная линейка: 20 мкм.

**Fig. 1.** Microsporocytes formation and anomalies in male meiosis in *Helianthus occidentalis*

а – a locule with sporogenous cells, longitudinal section; б – microsporocytes, longitudinal section of anther; с – microsporocytes, transverse section of anther; д – metaphase I, residual chromosomes are seen outside the spindle; е – formation of dyads in anaphase I; ф – dyad, one of the nuclei is degenerating; г – telophase II; h, i – microspores formation, some nuclei (micronuclei) are considerably smaller than the others. *dn* – degenerating nucleus; *en* – endothecium; *ep* – epidermis; *mn* – micronucleus; *msc* – microsporocyte; *sc* – sporogenous cell; *ta* – tapetum. Scale bar: 20 μm.

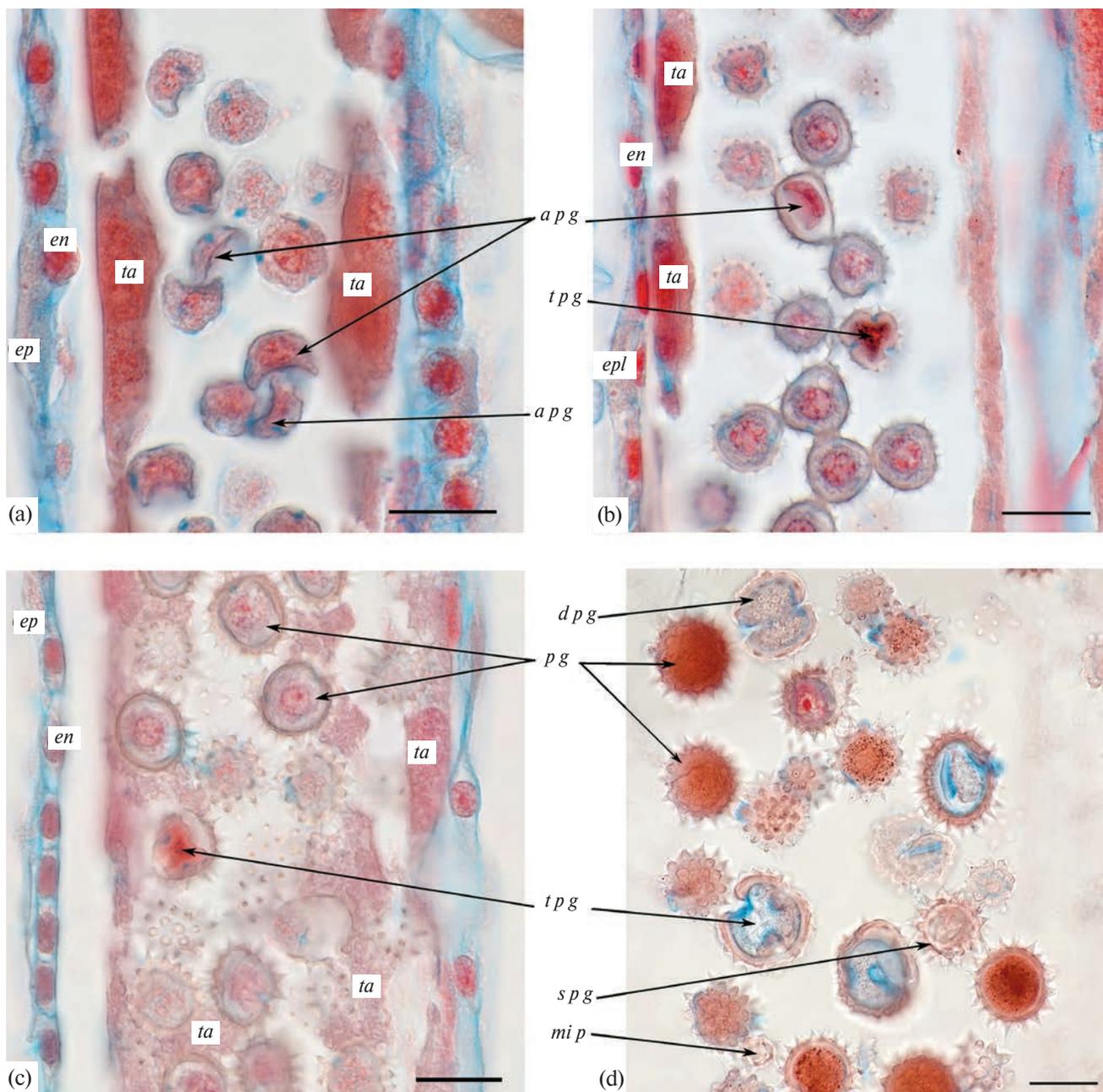


**Рис. 2.** Микроспорогенез и его аномалии у *Helianthus occidentalis*:

а – тетрады с дегенерирующими ядрами; б – неоднородность микроспор по размеру, микроспоры с дегенерирующими ядрами; с – дегенерирующие микроспоры в составе тетрад; д – диада и монада; серповидно деформированная дегенерирующая микроспора в тетраде. *dn* – дегенерирующее ядро; *dms* – дегенерирующая микроспора; *dy* – диада; *mac* – макро-клетка в тетраде микроспор; *mic* – микро-клетка в тетраде микроспор; *mo* – монада; *te* – тетрада. Масштабная линейка: 20 мкм.

**Fig. 2.** Microsporogenesis and its anomalies in *Helianthus occidentalis*:

a – tetrads with degenerating nuclei; b – heterogeneity of microspores by size and microspores with degenerating nuclei; c – some degenerating microspores within tetrads; d – dyad and monad; degenerating microspore within the tetrad with crescent-like deformation. *dn* – degenerating nucleus; *dms* – degenerating microspore; *dy* – dyad; *mic* – macro-cell within microspores tetrad; *mic* – micro-cell within microspores tetrad; *mo* – monad; *te* – tetrad. Scale bar: 20  $\mu$ m.



**Рис. 3.** Аномалии в процессе формирования пыльцевого зерна у *Helianthus occidentalis*:

а – серповидно деформированные пыльцевые зерна; б – пыльцевые зерна серповидной и лопастной (напоминающей тетраду) формы среди пыльцевых зерен нормального строения; в – пыльцевые зерна лопастной формы среди нормальных; д – пыльцевые зерна с различными аномалиями (лопастные, маленького размера, с разрушенным содержимым) среди пыльцевых зерен нормального строения. *a p g* – пыльцевые зерна аномального строения; *d p g* – пыльцевое зерно в форме диады; *en* – эндотеций; *ep* – эпидермис; *mi p* – микро-пыльцевое зерно; *p g* – пыльцевое зерно нормального строения; *s p g* – стерильное пыльцевое зерно; *t p g* – пыльцевое зерно в форме нераспавшейся тетрады. Масштабная линейка: 20 мкм.

**Fig. 3.** Anomalies in pollen grain formation in *Helianthus occidentalis*:

а – pollen grains with crescent-like deformation; б – crescent and lobate (tetrad-like) pollen grains among normal ones; в – lobate pollen grains among normal ones; д – pollen grains with various anomalies (lobate, very small, with disintegrated content) among normal ones. *a p g* – anomal pollen grain; *d p g* – dyad-shaped pollen grain; *en* – endothecium; *ep* – epidermis; *mi p* – micro pollen grain; *p g* – normal pollen grain; *s p g* – sterile pollen grain; *t p g* – tetrad-shaped pollen grain. Scale bar: 20 μm.

числе имеющие серповидную форму, микроспоры (рис. 2d) и пыльцевые зерна (рис. 3a). Были выявлены аномальные пыльцевые зерна, имеющие сильно лопастную форму, похожие на неразделенную тетраду (рис. 3b); имеющие под внешней оболочкой структуру из диады или тетрады клеток (рис. 3d), по-видимому, сформированные в результате отсутствия заложения перегородок или неполного заложения перегородок между клетками по завершению мейоза.

Для подсолнечников характерна реорганизация тапетума в периплазмодий, которая у исследуемого вида отмечается в период формирования оболочки пыльцевого зерна (рис. 3c).

Среди зрелых пыльцевых зерен были выявлены экземпляры с неокрашивающимся содержимым или очень темной окраской всей цитоплазмы или ее отдельных элементов. Данные аномалии часто обнаруживались у пыльцевых зерен одновременно с деформацией (рис. 3d).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенная ранее оценка качества пыльцы *Helianthus occidentalis* для использования этого вида в селекционной работе (Voronova, Gavrilova, 2019) выявила существенную неоднородность образцов данного вида по качеству пыльцы и высокую степень вариабельности диаметра пыльцевых зерен – от 4–10 до 46–47 мкм. Следует отметить, что наибольшее число пыльцевых зерен имело размер 28–30 мкм. Подобная неоднородность отмечалась и в настоящем исследовании, причиной которой, как показал анализ материала, являются множественные нарушения в микроспорогенезе и при формировании пыльцевых зерен.

Наблюдаемые нами отклонения во время микроспорогенеза и развития пыльцевого зерна у *H. occidentalis* сходны с аномалиями, выявленными Л.К. Дзюбенко (Dziubenko, 1965) и С.С. Татинцевой (Tatintseva, 1971) у *H. tuberosus*. Как и в работе Татинцевой, нарушения в развитии мужского гаметофита и, как следствие, низкое качество пыльцы, можно объяснить сочетанием генетически обусловленных нарушений в процессе мейоза и развития тапетума и влиянием неблагоприятных погодных условий в период цветения.

Выявлены различные нарушения при расхождении хромосом в процессе мейоза (мосты, отстающие или опережающие хромосомы, в дальнейшем – образование диад, триад и пентад) у растений подсолнечника, в основном, гибридного происхождения (Atlagić, 1996, 2000, 2004; Atlagić et al., 1995, 2003; Atlagić, Skoric, 1999;

Georgieva-Todorova, 1965, 1993). Наличие микроядер на стадии тетрад микроспор отмечали Р.С. Binsfeld et al. (2001). Установлен метаболический механизм воздействия (окислительный стресс) на ход мейоза, приводящий к переключению мейоза на апомейоз и наоборот (de Arias et al., 2020).

У *Arnica montana* (Asteraceae) наблюдались отстающие и расположенные вне веретена хромосомы, монады и диады, а также стерильные пыльцевые зерна, отличающиеся меньшим размером и темной окраской (Yankova-Tsvetkova et al., 2016).

Следует отметить, что сходные аномалии наблюдались в других систематических группах растений. У растений инбредной линии *Zea mays* обнаруживались полиады, слияние клеток, микроядра (Ricci et al., 2007), а у гаплоидных растений этого же вида – полиады, беспорядочное распределение хроматина (Tang Qi-lin et al., 2009); у тетраплоидных растений *Brachiaria ruziziensis* (Gramineae) – неравномерное распределение хроматина, полиады с неравными по размеру ядрами (Risso-Pascotto et al., 2005).

Образование диад микроспор для исследуемого вида является отклонением от нормального хода микроспорогенеза, так как не соответствует симультанному типу цитокинеза, характерному для подсолнечника (Toderich, 1988; Babro, Voronova, 2018; Voronova, Ryazanova, 2022).

Что же может быть причиной того, что у диплоидного вида обнаруживаются такие разнообразные аномалии?

В литературе имеются данные о самонесовместимости у многих видов подсолнечника и об отсутствии барьеров межвидовой гибридизации у диких многолетних подсолнечников, о частых случаях этого явления, в том числе с участием исследуемого вида (Heiser et al., 1962, 1969). Авторы выяснили, что для *H. occidentalis* известны естественные и искусственно созданные гибриды с другими видами подсолнечника (например, с *H. mollis*, *H. giganteus*, *H. grosseserratus* и др.), при этом все искусственные гибриды имели пониженную окрашиваемость пыльцы (пониженную “фертильность”).

О многочисленных популяциях естественных гибридов между *H. occidentalis* и *H. mollis* писали R.C. Jackson и A.T. Guard (Jackson, Guard, 1957). Ими же был получен искусственный гибрид между этими видами и было обнаружено, что у гибридов показатель окрашенной (фертильной) пыльцы падает ниже 50%. Причиной этого авторы посчитали хромосомные транслокации, случившиеся у одного из родителей. У гибридов

также было выявлено кольцо из четырех хромосом в диакинезе. Анализ гибридных популяций показал, что существуют многие промежуточные типы, возникшие, по-видимому, в результате интрогрессии между *H. mollis* и *H. occidentalis*.

В то же время ранее сообщалось о нормальном прохождении мейоза у *H. occidentalis* и некоторых особенностях организации хромосом у гибридов при мейозе, завязываемость семян при этом у гибридных растений значительно ниже (Jackson, Guard, 1957).

Таким образом, одной из причин множественных аномалий в развитии и снижения качества пыльцы у *H. occidentalis*, вероятнее всего, является интрогрессия хромосом одного из близких диплоидных видов в результате гибридизации, имевшей место в природной популяции.

Проведенное исследование еще раз подтверждает необходимость проведения цитологического анализа для определения потенциальных растений-опылителей, используемых для селекционно-генетической работы с подсолнечником.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованный вид интересен для селекционной работы, особенно, благодаря содержанию веществ, обеспечивающих устойчивость к воздействию вредителей. Однако качество пыльцы растений данного вида нестабильно.

Выявленные у *Helianthus occidentalis* аномалии в ходе микроспорогенеза и формирования пыльцы являются причиной образования дефектных пыльцевых зерен, количество которых сильно варьирует. Подобные аномалии как в процессе микроспорогенеза, так и в строении пыльцевых зерен, выраженные в большей или меньшей степени, отмечались и у других видов подсолнечника.

При использовании в скрещиваниях *H. occidentalis*, а также и других видов подсолнечника, нужно учитывать степень дефектности пыльцы, для чего необходим постоянный цитологический контроль ее качества.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят за помощь в получении материала для исследований д.б.н. В.А. Гаврилову (ВИР) и к.б.н. Т.Т. Толстую, а также сотрудников Интродукционно-карантинного питомника Кубанской опытной станции.

Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН

№ 124013100862-0 “Поливариантность морфогенетических программ развития репродуктивных структур растений, регуляция морфопроецессов *in vivo* и *in vitro*” (2024–2028). Для проведения исследования использовано оборудование ЦКП “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Arias, de M.M., Gao L., Sherwood D.A., Dwivedi K.K., Price B.J., Jamison M., Kowallis B.M., Carman J.G. 2020. Whether gametophytes are reduced or unreduced in Angiosperms might be determined metabolically. — *Genes* 11(12): 1449.  
<https://doi.org/10.3390/genes11121449>
- Atlagić J. 1996. Cytogenetic studies in hexaploid *Helianthus* species and their F1 hybrids with cultivated sunflower, *H. annuus*. — *Plant Breeding* 115: 257–260.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1996.tb00913.x>
- Atlagić J. 2000. Cytogenetic study of *Helianthus rigidus* and its F1 and BC1F1 hybrids with the cultivated sunflower, *Helianthus annuus*. — *Genetika*. 32(1): 63–69.
- Atlagić J. 2004. Roles of interspecific hybridization and cytogenetic studies in sunflower breeding. — *Helia*. 27(41): 1–24.  
<https://doi.org/10.2298/HEL0441001A>
- Atlagić J., Dozet B., Skoric D. 1995. Meiosis and pollen grain viability in *Helianthus mollis*, *Helianthus salicifolius*, *Helianthus maximiliani* and their F1 hybrids with cultivated sunflower. — *Euphytica*. 81: 259–263.  
<https://doi.org/10.1007/BF00025615>
- Atlagić J., Panković D., Pekanović A. 2003. Backcrosses in interspecific hybridization in sunflower. — *Genetika*. 35(3): 187–197.  
<https://doi.org/10.2298/GENSR0303187A>
- Atlagić J., Škoric D. 1999. Cytogenetic study of *Helianthus laevigatus* and its F1 and BC1F1 hybrids with cultivated sunflower, *Helianthus annuus*. — *Plant Breeding*. 118: 555–559.  
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.1999.00423.x>
- Binsfeld P.C., Wingender R., Schnabl H. 2001. Cytogenetic analysis of interspecific sunflower hybrids and molecular evaluation of their progeny. — *Theoretical and Applied Genetics*. 102: 1280–1285.  
<https://doi.org/10.1007/s001220000517>
- [Babro, Voronova] Бабро А.А., Воронова О.Н. 2018. Развитие мужских репродуктивных структур у *Helianthus ciliaris* и *H. tuberosus* (Asteraceae). — *Бот. журн.* 103 (9): 1093–1108.  
<https://doi.org/10.7868/S0006813618090028>
- [Babro, Voronova] Бабро А.А., Воронова О.Н. 2023. Обзор методов подготовки препаратов для световой микроскопии репродуктивных структур видов *Helianthus* (Asteraceae). — *Бот. журн.* 108(10): 917–938.  
<https://doi.org/10.31857/S0006813623100022>

- [Dziubenko] Дзюбенко Л.К. 1965. Особливості розвитку чоловічого та жіночого гаметофітів топінамбура (*Helianthus tuberosus* L.). — Укр. бот. журн. 22(1): 43–53.
- The families and genera of vascular plants. Vol. 8. 2007. Berlin. 636 p.
- [Georgieva-Todorova] Георгиева-Тодорова Й. 1965. Результаты гибридизации культурного подсолнечника с некоторыми видами рода *Helianthus* L. — Симпозиум по отдаленной гибридизации растений. София, 10–12 ноября 1964 г. София. 290 с.
- Georgieva-Todorova J. 1993. Interspecific hybridization and its application in sunflower breeding. — *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 7(4): 153–157.  
<https://doi.org/10.1080/13102818.1993.10818729>
- Jackson R.C., Guard A.T. 1957. Natural and artificial hybridization between *Helianthus mollis* and *H. occidentalis*. — *Amer. Midland Naturalist*. 58(2): 422–433.  
<https://doi.org/10.2307/2422625>
- Heiser C.B., Smith D.M. 1954. New chromosome numbers in *Helianthus* and related genera (Compositae). — *Proc. Ind. Acad. Sci.* 64: 250–253.
- Heiser C.B., Martin W.C., Smith D.M. 1962. Species crosses in *Helianthus*: I. Diploid species. — *Brittonia*. 14(2): 137–147.  
<https://doi.org/10.2307/2805218>
- Heiser C.B., Smith D.M., Clevenger S.B., Martin W.C. 1969. The North American Sunflowers (*Helianthus*). — *Memoirs of the Torrey Botanical Club*. 22(3): 1–218.
- Helianthus occidentalis* Riddell. 2024. The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2024. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:315076-2> (accessed 04.03.2024)
- [Markin et al.] Маркин Н.В., Тихонова М.А., Гаврилова В.А., Усатов А.В. 2011. Полиморфизм геномной ДНК многолетних дикорастущих видов подсолнечника (*Helianthus* L.). — *Известия вузов. Северо-кавказский регион. Естественные науки* (2): 38–41.
- Ricci G.C.L., Silva N., Pagliarini M.S., Scapim C.A. 2007. Microsporogenesis in inbred line of popcorn (*Zea mays* L.). — *Genetics and Molecular Research*. 6 (4): 1013–1018.
- Risso-Pascotto C., Pagliarini M.S., Valle C.B., do. 2005. Multiple spindles and cellularization during microsporogenesis in an artificially induced tetraploid accession of *Brachiaria ruziziensis* (Gramineae). — *Plant Cell Reports*. 23: 522–527.  
<https://doi.org/10.1007/s00299-004-0867-y>
- Schilling E.E., Heiser C.B. 1981. Infrageneric Classification of *Helianthus* (Compositae). — *Taxon*. 30(2): 393–403.  
<https://doi.org/10.2307/1220139>
- Stipanovic R.D., O'Brien D.H., Rogers C.E., Thompson T.E. 1979. Diterpene acids, (-)-cis- and (-)-trans-Ozic Acid, in Wild Sunflower, *Helianthus occidentalis*. — *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 27(2): 458–459.  
<https://doi.org/10.1021/jf60222a027>
- Sujatha M. 2006. Wild *Helianthus species* used for broadening the genetic base of cultivated sunflower in India. — *Helia*. 29 (44): 77–86.  
<https://doi.org/10.2298/HEL0644077S>
- Tang Q., Feng Y., Han X., Zheng M., Rong T. 2009. Study on haploid inducing and its meiotic abnormality in maize. — *Agricultural Sciences in China*. 8(10): 1159–1165.  
[https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60325-9](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60325-9)
- [Tatintseva] Татинцева С.С. 1971. Развитие мужского гаметофита топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.). — *Известия Академии Наук Туркменской ССР. Серия Биологических Наук*. 1: 14–21.
- [Teryokhin et al.] Терехин Э.С., Батыгина Т.Б., Шамров И.И. 1993. Классификация типов стенки микроспорангия у покрытосеменных. Терминология и концепции. — *Бот. журн.* 78(6): 16–24.
- Tikhomirov V.T., Chiryayev P.V. 2005. Sources of resistance to diseases in original material of sunflower. — *Helia*. 28(42): 101–106.  
<https://doi.org/10.2298/HEL0542101T>
- [Toderich] Тодерич К.Н. 1988. Эмбриология подсолнечника (*Helianthus annuus*, *H. rigidus* и другие): Дис. ... канд. биол. наук. Л. 256 с.
- [Voronova, Vabro] Воронова О.Н., Бабро А.А. 2018. Ранние этапы формирования женских репродуктивных структур у *Helianthus ciliaris* и *H. tuberosus* (Asteraceae). — *Бот. журн.* 103(4): 488–504.  
<https://doi.org/10.1134/S0006813618040051>
- Voronova O.N., Babro A.A. 2019. Apospory in *Helianthus ciliaris* DC. (Asteraceae). — *Int. J. Plant Repr. Biol.* 11(1): 66–69.  
<https://doi.org/10.14787/ijprb.201911.1>
- [Voronova, Vabro] Воронова О.Н., Бабро А.А. 2021. Формирование зародышевого мешка, развитие семязачатка и семени у *Helianthus ciliaris* и *H. tuberosus* (Asteraceae). — *Бот. журн.* 106(3): 50–65.  
<https://doi.org/10.31857/S0006813621030091>
- [Voronova et al.] Воронова О.Н., Бабро А.А., Любченко А.В. 2023. Сравнительно-эмбриологическое исследование некоторых образцов топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) из коллекции ВИР, различающихся завязываемостью семян. — *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 184(2):190–203.  
<https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-2-190-203>
- [Voronova, Gavrilova] Воронова О.Н., Гаврилова В.А., 2019. Количественный и качественный анализ пыльцы подсолнечника (*Helianthus* L.) и его использование в селекционной работе. — *Труды по прикл. бот., ген. и сел.* 180: 95–104.  
<https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-95-104>
- [Voronova, Ryazanova] Воронова О.Н., Рязанова М.К. 2022. Эмбриология *Helianthus maximiliani* (Asteraceae). — *Бот. журн.* 107(11): 1083–1099.  
<https://doi.org/10.31857/S0006813622110084>
- Yankova-Tsvetkova E., Yurukova-Grancharova P., Baldjiev G., Vitkova A. 2016. Embryological features, pollen and seed viability of *Arnica montana* (Asteraceae) — a threatened endemic species in Europe. — *Acta Bot. Croatica*. 75(1): 39–44.  
<https://doi.org/10.1515/botcro-2016-0014>

## PECULIARITIES OF MICROSPOROGENESIS AND POLLEN FORMATION IN *HELIANTHUS OCCIDENTALIS* (ASTERACEAE)

A. A. Babro\*, O. N. Voronova\*\*

Kovarov Botanical Institute RAS Prof. Popov Str., 2, Saint-Petersburg, 197022, Russia

\*e-mail: ABabro@binran.ru

\*\*e-mail: o\_voronova@binran.ru

*Helianthus occidentalis* is poorly studied embryologically, but it may be very useful in breeding due to its high resistance to pests and diseases. Significant variation in the viability and size of pollen grains in the samples of different origin is characteristic for this species. No essential deviations in the anther development were noticed before microsporogenesis start. Further, the following anomalies were found: late chromosomes outside of the spindle; dyads with one nucleus being degenerating on anaphase I; formation of micro- and macronuclei during the second division of meiosis; degeneration of several nuclei within a tetrad; formation of triads, dyads and monads of microspores instead of tetrads. We have noticed significant heterogeneity of pollen grains by size. Deformed and compressed ones were noticed, as well as those with the structure of dyad or tetrad of cells within their wall. There is some data in literature on similar anomalies both in plants of other taxa and in *Helianthus* plants, mainly of the hybrid origin. One of the supposed reasons of the multiple anomalies in development and deterioration of pollen quality in the sample of *H. occidentalis* under investigation is a possible introgression of chromosomes from one of closely related diploid species as a result of hybridization that took place in the natural population. The conducted study once again confirms the need for cytological analysis to identify potential pollinating plants for sunflower breeding.

**Keywords:** *Helianthus*, *Helianthus occidentalis*, microsporogenesis, meiosis, tetrad of microspores, microspore, pollen grain

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Doctor of Biological Sciences V.A. Gavrilova (Vavilov Institute of Plant Industry) and Candidate of Biological Sciences T.T. Tolstaya as well as the staff members of the Introduction and Quarantine Nursery of Vavilov Institute of Plant Industry for their help with obtaining the material for this research.

The research was carried out within the framework of the institutional research project of the Komarov Botanical Institute of RAS No. 124013100862-0 “Polyvariation of morphogenetic developmental programs of plant reproductive structures, regulation of morphoprocesses in vivo and in vitro” (2024–2028). The equipment of the Center for Collective Usage “Cell and molecular technologies of plants and fungi research” of Komarov Botanical Institute of RAS (Saint-Petersburg) was operated in the course of our investigation.

### REFERENCES

- Arias, de M.M., Gao L., Sherwood D.A., Dwivedi K.K., Price B.J., Jamison M., Kowallis B.M., Carman J.G. 2020. Whether gametophytes are reduced or unreduced in Angiosperms might be determined metabolically. – *Genes* 11(12): 1449. <https://doi.org/10.3390/genes1121449>
- Atlagic J. 1996. Cytogenetic studies in hexaploid *Helianthus* species and their F1 hybrids with cultivated sunflower, *H. annuus*. – *Plant Breeding*. 115: 257–260. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1996.tb00913.x>
- Atlagic J. 2000. Cytogenetic study of *Helianthus rigidus* and its F1 and BC1F1 hybrids with the cultivated sunflower, *Helianthus annuus*. – *Genetika*. 32(1): 63–69.
- Atlagic J. 2004. Roles of interspecific hybridization and cytogenetic studies in sunflower breeding. – *Helia*. 27(41): 1–24. <https://doi.org/10.2298/HEL0441001A>
- Atlagic J., Dozet B., Skoric D. 1995. Meiosis and pollen grain viability in *Helianthus mollis*, *Helianthus salicifolius*, *Helianthus maximiliani* and their F1 hybrids with cultivated sunflower. – *Euphytica*. 81: 259–263. <https://doi.org/10.1007/BF00025615>
- Atlagic J., Panković D., Pekanović A. 2003. Backcrosses in interspecific hybridization in sunflower. – *Genetika*. 35(3): 187–197. <https://doi.org/10.2298/GENSR0303187A>
- Atlagic J., Škoric D. 1999. Cytogenetic study of *Helianthus laevigatus* and its F1 and BC1F1 hybrids with cultivated sunflower, *Helianthus annuus*. – *Plant Breeding*. 118: 555–559. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.1999.00423.x>
- Binsfeld P.C., Wingender R., Schnabl H. 2001. Cytogenetic analysis of interspecific sunflower hybrids and molecular evaluation of their progeny. – *Theoretical and Applied Genetics*. 102: 1280–1285. <https://doi.org/10.1007/s001220000517>
- Babro A.A., Voronova O.N. 2018. Development of male reproductive structures in *Helianthus ciliaris* and *H. tuberosus* (Asteraceae). – *Bot. Zhurn.* 103(9): 1093–1108 (In Russ.). <https://doi.org/10.7868/S0006813618090028>
- Babro A.A., Voronova O.N. 2023. Overview of techniques to prepare light microscopic mounts of *Helianthus* (Asteraceae) reproductive structures. – *Bot. Zhurn.* 108(10): 917–938 (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0006813623100022>

- Dziubenko L.K. 1965. Peculiarities of male and female gametophyte development in *Helianthus tuberosus* L. – Ukr. Bot. Zhurn. 22(1): 43–53 (In Ukr.).
- The families and genera of vascular plants. Vol. 8. 2007. Berlin. 636 p.
- Georgieva-Todorova Y. 1965. Results of the hybridization of the culture sunflower with some species of the genus *Helianthus*. – Symposium on interspecific hybridization in plants. Sofia, November 10th to 21th 1964. Sofia. P. 239–253 (In Russ.).
- Georgieva-Todorova J. 1993. Interspecific Hybridization and its Application in Sunflower Breeding. – Biotechnology & Biotechnological Equipment. 7(4): 153–157.  
<https://doi.org/10.1080/13102818.1993.10818729>
- Jackson R.C., Guard A.T. 1957. Natural and artificial hybridization between *Helianthus mollis* and *H. occidentalis*. – Amer. Midland Naturalist. 58(2): 422–433.  
<https://doi.org/10.2307/2422625>
- Heiser C.B., Smith D.M. 1954. New chromosome numbers in *Helianthus* and related genera (Compositae). – Proc. Ind. Acad. Sci. 64: 250–253.
- Heiser C.B., Martin W.C., Smith D.M. 1962. Species crosses in *Helianthus*: I. Diploid species. – Brittonia. 14(2): 137–147.  
<https://doi.org/10.2307/2805218>
- Heiser C.B., Smith D.M., Clevenger S.B., Martin W.C. 1969. The North American Sunflowers (*Helianthus*). – Memoirs of the Torrey Botanical Club. 22(3): 1–218.
- Helianthus occidentalis* Riddell. 2024. The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2024.  
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:315076-2> (accessed 04.03.2024)
- Markin N.V., Tikhonova M.A., Gavrilova V.A., Usatov A.V. 2011. Polymorfizm genomnoy DNK mnogoletnikh dikorastushchikh vidov podsolnechnika (*Helianthus* L.). [Polymorphism of genomic DNA in perennial wild species of sunflower (*Helianthus* L.)]. – Bulletin of higher education institutes. North Caucasus region. Natural sciences. 2: 38–41 (In Russ.).
- Ricci G.C.L., Silva N., Pagliarini M.S., Scapim C.A. 2007. Microsporogenesis in inbred line of popcorn (*Zea mays* L.). – Genetics and Molecular Research. 6(4): 1013–1018.
- Risso-Pascotto C., Pagliarini M.S., Valle C.B., do. 2005. Multiple spindles and cellularization during microsporogenesis in an artificially induced tetraploid accession of *Brachiaria ruziziensis* (Gramineae). – Plant Cell Reports. 23: 522–527.  
<https://doi.org/10.1007/s00299-004-0867-y>
- Schilling E.E., Heiser C.B. 1981. Infrageneric Classification of *Helianthus* (Compositae). – Taxon. 30(2): 393–403.  
<https://doi.org/10.2307/1220139>
- Stipanovic R.D., O'Brien D.H., Rogers C.E., Thompson T.E. 1979. Diterpene acids, (-)-cis- and (-)-trans-Ozic Acid, in Wild Sunflower, *Helianthus occidentalis*. – Journal of Agricultural and Food Chemistry. 27(2): 458–459.  
<https://doi.org/10.1021/jf60222a027>
- Sujatha M. 2006. Wild *Helianthus* species used for broadening the genetic base of cultivated sunflower in India. – Helia. 29 (44): 77–86.  
<https://doi.org/10.2298/HEL0644077S>
- Tang Q., Feng Y., Han X., Zheng M., Rong T. 2009. Study on haploid inducing and its meiotic abnormality in maize. – Agricultural Sciences in China. 8(10): 1159–1165.  
[https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60325-9](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60325-9)
- Tatintseva S.S. 1971. The development of male gametophyte of *Helianthus tuberosus* L. – Izvestiya Akademii nauk Turkmenskoy SSR. Seriya biologicheskikh nauk. 1: 14–21 (In Russ.).
- Teryokhin E.S., Batygina T.B., Shamrov I.I. 1993. The classification of microsporangium wall types in angiosperms. Terminology and concepts. – Bot. Zhurn. 78(6): 16–24 (In Russ.).
- Tikhomirov V.T., Chiryaev P.V. 2005 Sources of resistance to diseases in original material of sunflower. – Helia. 28(42): 101–106.  
<https://doi.org/10.2298/HEL0542101T>
- Toderich K.N. 1988. Embryologiya podsolnechnika (*Helianthus annuus*, *H. rigidus* i drugiye) [Embryology of sunflower (*Helianthus annuus*, *H. rigidus* and others)]: Diss. ... cand. sci. Leningrad. 256 p. (In Russ.).
- Voronova O.N., Babro A.A. 2018 Early stages of formation of female reproductive structures in *Helianthus ciliaris* and *H. tuberosus* (Asteraceae). – Bot. Zhurn. 103(4): 488–504 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.1134/S0006813618040051>
- Voronova O.N., Babro A.A. 2019. Apospory in *Helianthus ciliaris* DC. (Asteraceae). – Int. J. Plant Repr. Biol. 11(1): 66–69.  
<https://doi.org/10.14787/ijprb.201911.1>
- Voronova O.N., Babro A.A. 2021. Formation of embryo sac, development of ovule and seed *Helianthus ciliaris* and *H. tuberosus* (Asteraceae). – Bot. Zhurn. 106(3): 50–65 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.31857/S0006813621030091>
- Voronova O.N., Babro A.A., Lyubchenko A.V. 2023. Comparative embryological study of some Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) accessions with different seed-setting ability from the VIR collection. – Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 184(2): 190–203 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-2-190-203>
- Voronova O.N., Gavrilova V.A. 2019. Quantitative and qualitative analysis of sunflower pollen (*Helianthus* L.) and its use in breeding work. – Proceedings of applied botany, genetics and breeding. 180(1): 95–104 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-95-104>
- Voronova O.N., Ryazanova M.K. 2022. Embryology of *Helianthus maximiliani* (Asteraceae). – Bot. Zhurn. 107(11): 1083–1099 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.31857/S0006813622110084>
- Yankova-Tsvetkova E., Yurukova-Grancharova P., Baldjiev G., Vitkova A. 2016. Embryological features, pollen and seed viability of *Arnica montana* (Asteraceae) – a threatened endemic species in Europe. – Acta Botanica Croatica. 75(1): 39–44.  
<https://doi.org/10.1515/botcro-2016-0014>

## NEW RECORDS OF LICHENS FOR THE CAUCASUS AND DAGESTAN

© 2024 A. B. Ismailov<sup>1, \*</sup>, I. N. Urbanavichene<sup>2, \*</sup>

<sup>1</sup>Mountain Botanical Garden of DFRC RAS  
M. Gadjeva Str., 45, Makhachkala, 367000, Russia

<sup>2</sup>Komarov Botanical Institute RAS  
Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia

\*e-mail: i.aziz@mail.ru

\*\*e-mail: urbanavichene@gmail.com

Received 18.07.2024

Revised 28.07.2024

Accepted 10.09.2024

*Calicium notarisii* and *Cladonia humilis* are reported as new to the lichen flora of Dagestan. Herewith the species *C. humilis* was not known before in the Caucasus. Descriptions of the specimens with information of their habitats, distribution and some notes are given. Morphological and chemical distinctions between *C. humilis* and similar species are discussed.

**Keywords:** East Caucasus, floristic studies, new findings, Sosnovka tract

**DOI:** 10.31857/S0006813624090047 **EDN:** PAESUM

The Republic of Dagestan is intensely studied in terms of lichenofloristical surveys. Due to its diverse geomorphology and altitudinal range (from –26 to 4466 m a.s.l.), it harbours a species-rich variety of vegetation ranging from xerophilous to alpine (e.g. montane dry pine forests, mesophytic deciduous forests, and steppes) above which there is subnival and nival zone with glaciers and snowfields. This is reflected in the lichen diversity. Currently about 890 lichen species are known in Dagestan and species list is being updated.

During the fieldwork as a part of continuing studies of lichen diversity, we found several corticolous and lignicolous lichens from mountainous and lowland parts of Dagestan. Identification of the specimens has revealed new species. In this paper, we provide information on new records.

Specimens were collected on the spur of the Greater Caucasus (July 2022) and on the Tersko-Kumskaya lowland (“Sosnovka” tract, November 2023). Light microscopy (LOMO MSP-2 microscope), chemical spot tests and UV light were used for specimen investigations. The secondary metabolites of species were identified using high performance thin layer chromatography (HPTLC) in solvent system A according to the methods summarized by Arup et al. (1993). The specimens are deposited in the herbarium of Mountain Botanical Garden of DFRC RAS (DAG).

As a result of the specimens study new species were identified for the lichen flora of the Caucasus – *Cladonia humilis* (With.) J. R. Laundon, and Dagestan – *Calicium notarisii* (Tul.) M. Prieto et Wedin.

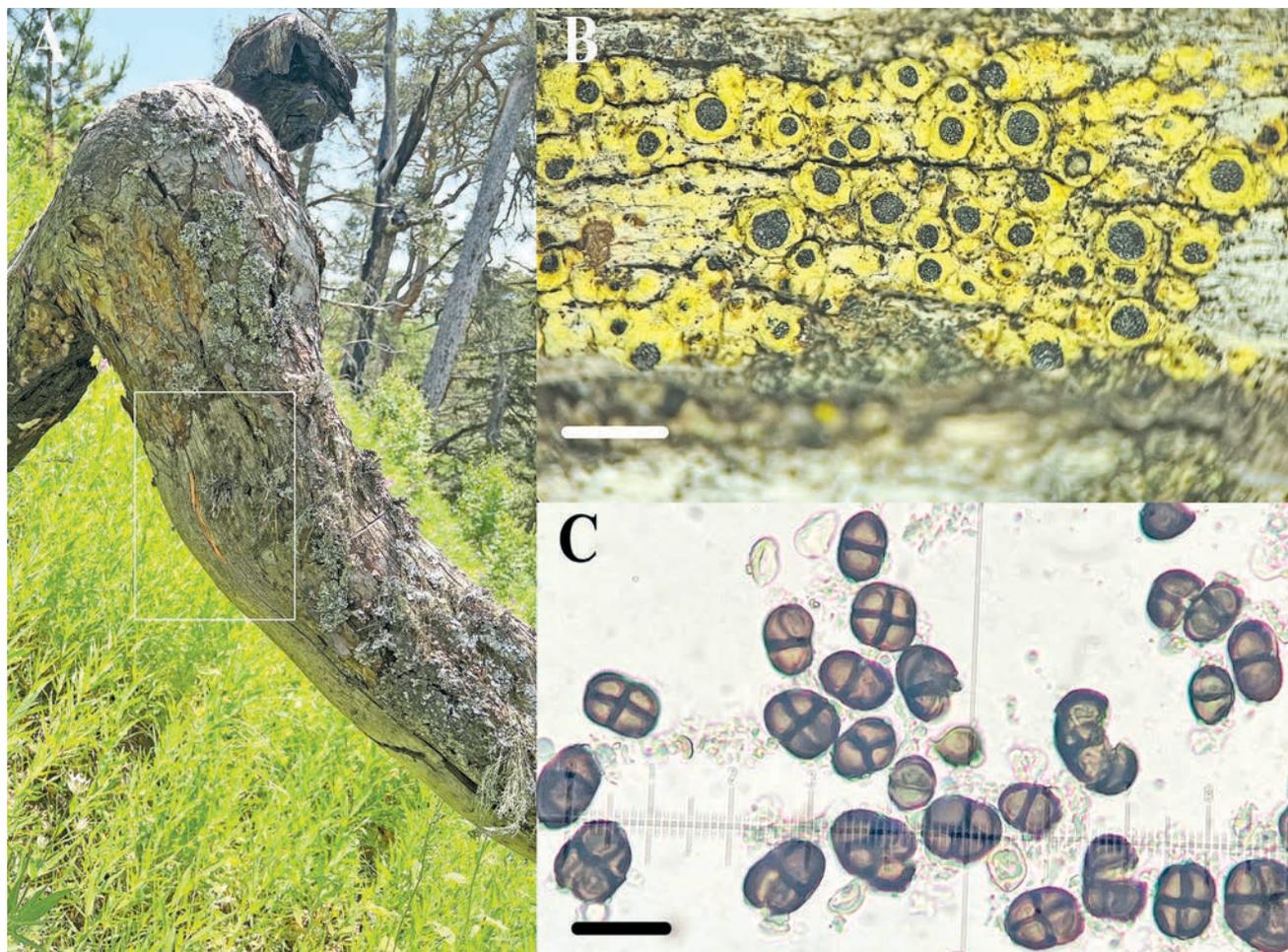
*Calicium notarisii* (Tul.) M. Prieto et Wedin (fig. 1).

**Description.** Thallus crustose, episubstratic, verrucose, bright yellow, small (to 2.5 cm long and 0.5 cm wide). Apothecia immersed in 0.3–0.7 mm wide thalline warts, 0.2–0.4 mm across, covered with a black, epruinose mazaedium. Exciple brown, thin, not thickened at the base. Hypothecium very thin, poorly pigmented. Asci ellipsoid to pyriform, with 2–3 seriate spores. Ascospores at first 1-septate, then submuriform, brown, broadly ellipsoid or irregular in outline, some constricted at the septa, 12.5–17.5 × 10.5–14 μm ( $n = 10$ ), with (2)–4(6) cells. Pycnidia black, confluent. Conidia 1-celled, hyaline, ellipsoid. Photobiont chlorococcoid.

**Substrate and ecology:** on dry, weathered wood of pine trunk on the edge of montane mixed pine-broadleaved forest.

**Spot tests:** all negative (thallus K-, C-, KC-, P-).

**Specimen examined:** Republic of Dagestan, Tsuntinskiy district, left bank of the Simbiriskhevi River, montane mixed pine-broadleaved forest on the top of the Greater Caucasus spur, on weathered wood of pine, 2280 m a. s.



**Рис. 1.** *Calicium notarisii*: А – местообитание (рамкой выделена часть ствола, на которой рос образец); В – внешний вид (шкала – 0.1 см); С – споры (600×; шкала – 15 мкм).

**Fig. 1.** *Calicium notarisii*: А – habitat (frame indicates the part of the trunk where the specimen grew); В – habitus (scale bar 0.1 cm); С – spores (600×; scale bar 15 μm).

1. 42°05'10"N, 46°08'25"E. 14 VII 2022. A.B. Ismailov (DAG 1522).

Distribution: mainly cool-temperate to southern boreal-montane lichen. Within the Caucasus, the species is known from Lagonaki Highland on *Abies* and *Pinus* (Urbanavichus, Urbanavichene, 2014, as *Cyphelium notarisii* (Tul.) Blomb. et Forssell), Utrish Nature Reserve on *Juniperus* (Urbanavichus, Urbanavichene, 2015, as *C. notarisii*) and from Kabardino-Balkaria on *Corylus* (Slonov, 2002, as *C. notarisii*).

Note. Similar species, more widely distributed in the Caucasus is *Calicium tigillare* (Ach.) Pers. It has identical external morphology with *C. notarisii* but is distinguished by 1-septate ascospores.

*Cladonia humilis* (With.) J.R. Laundon (fig. 2).

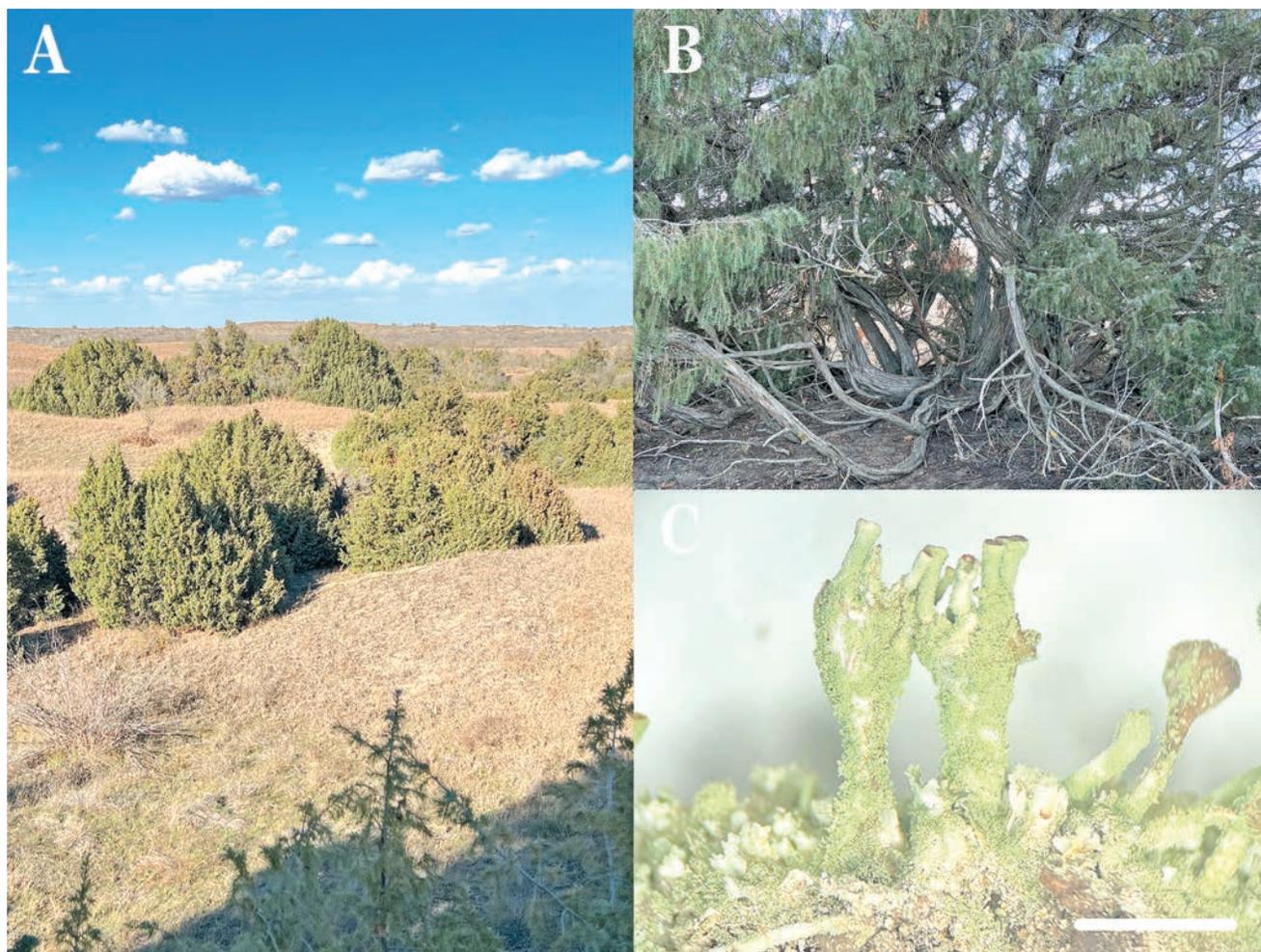
Description. Primary thallus squamulose, the squamules often rather large, to 6 mm diam., rounded to sparingly

incised, green, esorediate at margins, with upturned ends showing bright white undersides. Podetia to 9 mm tall, green, hollow inside, ecorticate, esquamulose, farinose-sorediate (soredia to 65 μm diam.). Scyphi to 4 mm diam., even, regular, proliferating from the rim in old podetia. Apothecia brown, convex, stipitate along the margins of cups. Asci 8-spored, clavate, thickened at apex. Ascospores 1-celled, hyaline, ellipsoid. Pycnidia dark, developing along the margins of cups. Photobiont chlorococcoid.

Substrate and ecology: on rotten juniper stump in arid conditions of desertified steppes with juniper light woodlands.

Spot tests, secondary metabolites: K+ yellow, P+ red, UV-, atranorin, fumaroprotocetraric acid (1 chemotype).

Specimen examined: Republic of Dagestan, Nogayskiy district, Tersko-Kumskiy sandy massif, "Sosnovka" tract,



**Fig. 2.** *Cladonia humilis*: A – communities where the species occurred; B – habitat; C – habitus (scale bar 0.5 cm).

**Рис. 2.** *Cladonia humilis*: A – сообщества, в которых найден вид; B – местообитание; C – внешний вид (шкала – 0.5 см).

juniper light woodlands, on rotten juniper stump, 59 m a. s. l. 44°02'06"N, 45°37'56"E. 17 XI 2023. A.B. Ismailov (DAG 1523).

**Distribution:** widespread species found mostly at low elevations often on sandy soil, rarely on lignum and mossy trees. New species for the Caucasus. Within Russia is known from European part, Ural, Siberia and Far East (Urbanavichus, 2010).

**Note:** *Cladonia humilis* is morphologically very similar to *C. conista* (Nyl.) Robbins known within the Caucasus only from Georgia (Inashvili et al., 2022). These species differ by ecology and secondary metabolites. *C. humilis* is a common species of less acidic to neutral soils, usually in disturbed habitats. *C. conista* is common on acid soils. *C. conista* was previously considered as a chemotype of *C. humilis* (James, 2009), but is treated as a separate species by R. Pino-Bodas et al. (2012) who showed that there are

clear sequence differences between the two taxa. *C. humilis* is characterized by 4 chemotypes (Nimis, 2022): 1) atranorin, fumarprotocetraric acid complex, 2) bourgeanic and fumarprotocetraric acids, 3) atranorin, fumarprotocetraric and bourgeanic acids, 4) fumarprotocetraric acid complex. *C. conista* is characterized by only one chemotype: with fumarprotocetraric and bourgeanic acids.

The morphs of *Cladonia humilis* with large corticate granules can be confused with *C. pocillum* (Ach.) O.J. Rich. The first one has bright green-grey basal squamules with upturned ends showing the white underside, while *C. pocillum* has browner squamules with downturned ends. Other similar species are *C. fimbriata* (L.) Fr. which differs by podetial surface completely covered by farinose soredia, and *C. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. with granulose corticate surface (Pino-Bodas et al., 2021).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The work of A.B. Ismailov was carried out within the framework of the research project of Mountain Botanical Garden of DFRC RAS (No. 122032300227-8). The research of I.N. Urbanavichene was carried out within the framework of the planned theme of the Komarov Botanical Institute of RAS “Flora and systematics of algae, lichens and mosses of Russia and phytogeographically important regions of the world” (No. 121021600184-6).

## REFERENCES

- Arup U., Ekman S., Lindblom L., Mattsson J. 1993. High performance thin layer chromatography (HPTLC), an improved technique for screening lichen substances. – *The Lichenologist*. 25 (1): 61–71.  
<https://doi.org/10.1006/lich.1993.1018>
- Inashvili T., Kupradze I., Batsatsashvili K. 2022. A revised catalog of lichens of Georgia (South Caucasus). – *Acta Mycologica*. 57 (571): 1–46.  
<https://doi.org/10.5586/am.571>
- James P.W. 2009. *Cladonia* P. Browne. – In: Lichens of Great Britain and Ireland. London. P. 309–338.
- Nimis P.L. 2022. ITALIC – The Information System on Italian Lichens. Version 7.0. University of Trieste, Dept. of Biology.  
<https://italic.units.it/index.php> (Accessed: 16 July 2024)
- Pino-Bodas R., Martín M.P., Burgaz A.R., Lumbsch H.T. 2012. Species delimitations in the *Cladonia cariosa* group (Cladoniaceae, Ascomycota). – *The Lichenologist*. 44: 121–135.  
<https://doi.org/10.1017/S002428291100065X>
- Pino-Bodas R., Sanderson N., Cannon P., Aptroot A., Coppins B., Orange A., Simkin J. 2021. Lecanorales: Cladoniaceae [revision 1], including the genera *Cladonia*, *Pilophorus* and *Pycnothelia*. – *Revisions of British and Irish Lichens*. 26: 1–45.
- Slonov T.L. 2002. Likhenoflora Kabardino-Balkarii i yeyo analiz [Lichen flora of the Kabardino-Balkaria and its analysis]. *Nal'chik*. 134 p. (In Russ.).
- Urbanavichus G.P. 2010. Spisok likhenoflory Rossii [A checklist of the lichen flora of Russia]. St. Petersburg. 194 p. (In Russ.).
- Urbanavichus G., Urbanavichene I. 2014. An inventory of the lichen flora of Lagonaki Highland (NW Caucasus, Russia). – *Herzogia*. 27(2): 285–319.  
<https://doi.org/10.13158/heia.27.2.2014.285>
- Urbanavichus G.P., Urbanavichene I.N. 2015. A contribution to the lichen flora of Utrish Nature Reserve. – *Turczaninowia*. 18 (2): 86–95  
<https://doi.org/10.14258/turczaninowia.18.2.9>

## НОВЫЕ НАХОДКИ ЛИШАЙНИКОВ ДЛЯ КАВКАЗА И ДАГЕСТАНА

© 2024 А. Б. Исмаилов<sup>1, \*</sup>, И. Н. Урбанавичене<sup>2, \*\*</sup>

<sup>1</sup>Горный ботанический сад Дагестанского федерального исследовательского центра РАН

ул. М. Гаджиева, 45, Махачкала, 367000, Россия

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

\*e-mail: i.aziz@mail.ru

\*\*e-mail: urbanavichene@gmail.com

Приводятся сведения о двух новых видах лишайников (*Calicium notarisii* и *Cladonia humilis*), впервые найденных в лишенофлоре Дагестана. Вид *C. humilis* ранее не был известен на Кавказе. Дается описание образцов с информацией об их местопроизрастании и распространении. Обсуждаются морфологические и химические отличия *C. humilis* от близких видов.

**Ключевые слова:** Восточный Кавказ, дополнение к лишенофлоре, флористические исследования, урочище “Сосновка”

## БЛАГОДАРНОСТИ

Работа А.Б. Исмаилова выполнена в рамках плановой темы ГорБС ДФИЦ РАН “Геоклиматические особенности распространения и описание сообществ с участием популяций редких и ресурсных древесных

видов Северного Кавказа” (№ 122032300227-8). Работа И.Н. Урбанавичене выполнена в рамках плановой темы БИН РАН “Флора и систематика водорослей, лишайников и мохообразных России и фитогеографически важных регионов мира” (№ 121021600184-6).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Arup U., Ekman S., Lindblom L., Mattsson J. 1993. High performance thin layer chromatography (HPTLC), an improved technique for screening lichen substances. — *The Lichenologist*. 25 (1): 61–71.  
<https://doi.org/10.1006/lich.1993.1018>
- Inashvili T., Kupradze I., Batsatsashvili K. 2022. A revised catalog of lichens of Georgia (South Caucasus). — *Acta Mycologica*. 57 (571): 1–46.  
<https://doi.org/10.5586/am.571>
- James P.W. 2009. *Cladonia* P. Browne. — In: *Lichens of Great Britain and Ireland*. London. P. 309–338.
- Nimis P.L. 2022. ITALIC – The Information System on Italian Lichens. Version 7.0. University of Trieste, Dept. of Biology. <https://italic.units.it/index.php> (Accessed: 16 July 2024).
- Pino-Bodas R., Martín M.P., Burgaz A.R., Lumbsch H.T. 2012. Species delimitations in the *Cladonia cariosa* group (Cladoniaceae, Ascomycota). — *The Lichenologist*. 44: 121–135.  
<https://doi.org/10.1017/S002428291100065X>
- Pino-Bodas R., Sanderson N., Cannon P., Aptroot A., Coppins B., Orange A., Simkin J. 2021. Lecanorales: Cladoniaceae [revision 1], including the genera *Cladonia*, *Pilophorus* and *Pycnothelia*. — *Revisions of British and Irish Lichens*. 26: 1–45.
- [Slonov] Слонов Т.Л. 2002. Лихенофлора Кабардино-Балкарии и ее анализ. Нальчик. 134 с.
- [Urbanavichus] Урбанавичюс Г.П. 2010. Список лихенофлоры России. СПб. 194 с.
- Urbanavichus G., Urbanavichene I. 2014. An inventory of the lichen flora of Lagonaki Highland (NW Caucasus, Russia). — *Herzogia* 27 (2): 285–319.  
<https://doi.org/10.13158/heia.27.2.2014.285>
- [Urbanavichus, Urbanavichene] Урбанавичюс Г.П., Урбанавичене И.Н. 2015. Материалы к лихенофлоре заповедника “Утриш”. — *Turczaninowia*. 18 (2): 86–95.  
<https://doi.org/10.14258/turczaninowia.18.2.9>

## РЕДКИЕ СООБЩЕСТВА В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

© 2024 г. С. Д. Озерова<sup>1, \*</sup>, Е. С. Деркач<sup>1, 2</sup>, Е. А. Волкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
ул. Проф. Попова, 2, литера В, Санкт-Петербург, 197022, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет  
Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Россия

\*e-mail: svetluna96@gmail.com

Поступила в редакцию 21.03.2024 г.

Получена после доработки 31.07.2024 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

На протяжении многих лет в Санкт-Петербурге проводятся комплексные исследования, направленные на выявление территорий, имеющих высокую природоохранную ценность. Получены данные о сохранившейся естественной растительности и занимаемой ею площади, а также выявлены редкие, нуждающиеся в охране растительные сообщества. Природоохранная значимость сообществ определена по ряду критериев (флористическим, структурным, экотопическим и редкости встречаемости сообществ). Для редких сообществ приведены локализация в пределах города, типичные местообитания, основные геоботанические характеристики; для многих типов сообществ составлены таблицы геоботанических описаний.

**Ключевые слова:** критерии редкости сообществ, особо охраняемые природные территории, Санкт-Петербург

**DOI:** 10.31857/S0006813624090059 **EDN:** PAEISL

Санкт-Петербург – крупнейший из городов мира, расположенный на 60-й параллели северного полушария, с площадью 1439 км<sup>2</sup>. В черте города есть как полностью видоизмененные человеком территории с плотной многоэтажной застройкой и искусственными зелеными насаждениями, так и относительно ненарушенные участки природных южнотаежных ландшафтов. Помимо типичных растительных сообществ южной тайги особого внимания заслуживают редкие растительные сообщества, чье существование обусловлено целым рядом факторов.

Город занимает значительную часть Приневской низменности, представленной морскими и озерными равнинами. На формирование ландшафтов территории, на которой расположен Санкт-Петербург, основное воздействие оказало сокращение Валдайского оледенения (ледник отступил с этих мест около 12 тыс. лет назад) и образование поздне- и послеледниковых водоемов. Для большей части территории города характерен развившийся вследствие последовательного

понижения уровней этих водоемов террасированный рельеф с плоскими ступенями, сложенными морскими и озерными глинами (Zdobin, Semenova, 2010).

Продвижение береговой линии вглубь материка спровоцировала Литориновая трансгрессия Балтийского моря, что, в свою очередь, после падения уровня воды обусловило наличие морских отложений по периферии современного Балтийского моря. Границей Литориновой трансгрессии является Литориновый уступ – склон высотой до 35 м, который протянулся вдоль всего побережья Невской губы. Центральная часть города (ныне перекрытая техногенными отложениями) и побережье Финского залива сложены голоценовыми морскими песками и супесями, а также биогенными отложениями, с абсолютными высотами до 5 м. По северной границе Санкт-Петербурга встречаются зоны водно-ледниковых песчаных отложений, а на юге – морены, сложенные глинами и суглинками (Geological..., 2009; Atlas..., 2016). Отметки высот по периферии

города в среднем достигают 20–30 м над ур. моря, а в некоторых местах до 60 м.

Наивысшая точка – гора Ореховая (176 м) на Дудергофских высотах. По наиболее признанной гипотезе, Дудергофские высоты – это переотложенный ледником массив коренных пород, сложенных кембрийскими глинами и ордовикскими известняками. В четвертичных отложениях, которыми перекрыта возвышенность, значительную долю занимают локальные коренные осадочные породы, из которых она и сложена (Isachenko, 2006).

Санкт-Петербург расположен в умеренном климатическом поясе, имеет тип климата переходный от континентального к морскому. На город большое влияние оказывает Финский залив Балтийского моря, определяющий более высокие температуры воздуха и суммы активных температур для морских побережий (Isachenko, 2020).

Территория Санкт-Петербурга находится в подзоне южной тайги. Полностью преобразованные деятельностью человека зеленые зоны – сады, парки, скверы (5% территории города) соседствуют с относительно ненарушенными естественными участками растительности – лесами, лугами, болотами (30% территории города). Естественная растительность города разнообразна. Вдоль Финского залива распространены приморские луга, переувлажненные участки на морских отложениях заняты черноольховыми лесами и болотами. На озерно-ледниковых террасах произрастают сосновые, еловые и производные мелколиственные леса. На юге города встречаются экстразональные участки широколиственных лесов.

### СЕТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ООПТ) В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

На настоящий момент в Санкт-Петербурге существует 17 ООПТ регионального значения (10 заказников и 7 памятников природы) общей площадью 92 км<sup>2</sup> (6.4% от площади города) (рис. 1). Самым крупным является заказник “Левашовский” площадью 27 км<sup>2</sup>, созданный в начале 2023 г.

В Санкт-Петербурге утвержден перечень территорий, в отношении которых предполагается провести комплексные экологические обследования для обоснования придания статуса ООПТ (Закон № 421-83 от 02.07.2014) (Закон...[электронный ресурс]). Из 24 перечисленных в законе территорий

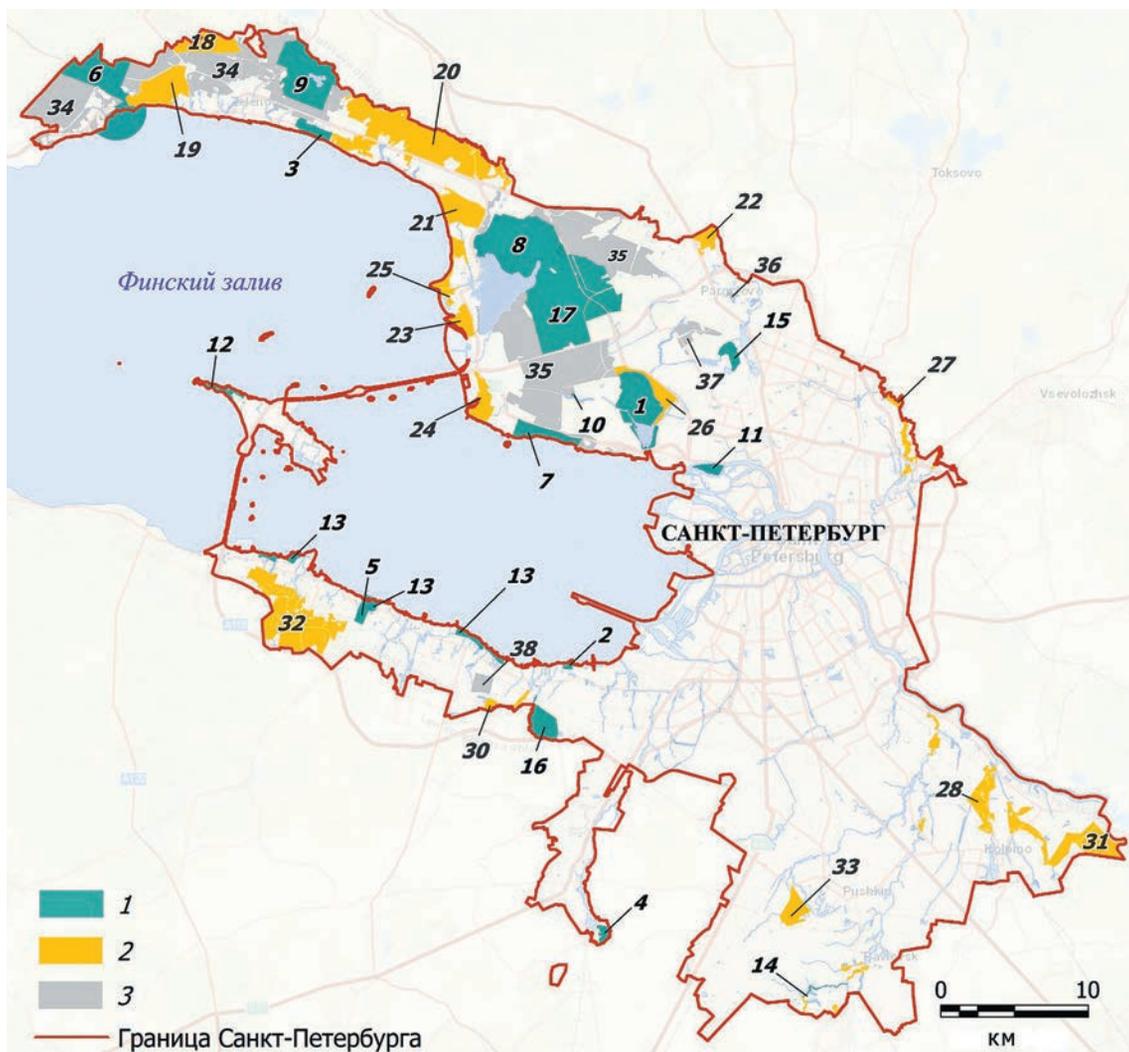
обследовано 19, на двух из которых ООПТ уже созданы. Остальные территории рекомендованы к созданию на них ООПТ, их суммарная площадь составляет около 70 км<sup>2</sup> (рис. 1).

При создании ООПТ, с одной стороны, учитывается значимость территории в отношении сохранения биоразнообразия и наличия природных ландшафтов, представляющих особую ценность. С другой стороны, принимается во внимание сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов растительного и животного мира и среды их обитания. Соответственно, важно сохранение как больших кластеров естественной растительности, так и небольших по площади редких типов растительных сообществ, нуждающихся в особом внимании.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В целях выявления ценных природных комплексов, местообитаний редких и охраняемых видов растений и животных с последующим приданием этим территориям правового статуса особо охраняемых, были проведены комплексные экологические обследования, которые включали полевые флористические, фаунистические, ландшафтные и геоботанические исследования и составление тематических карт. Такие работы к настоящему времени проведены более чем на 30 территориях (рис. 1). При полевых исследованиях использовался детально-маршрутный метод с закладкой пробных площадей размерами 20 × 20 м для лесных сообществ и 10 × 10 м для болотных и луговых; небольшие по площади сообщества были описаны в их естественных границах. Геоботанические описания выполняли по традиционным методикам (Field, 1964; Metody, 2002; Ipatov, Mirin, 2008). Привязка их к координатной сети осуществлялась с помощью GPS-навигатора. Для каждой территории выполнено от 200 до 400 полных и кратких описаний, часть из них опубликована в коллективных монографиях, посвященных отдельным ООПТ (Volkova, Khramtsov, 2005, 2020, 2021; Volkova, 2011).

Для составления крупномасштабных карт растительности использовались космические снимки высокого разрешения, ортофотоснимки, исторические карты и топографическая основа. Легенды к картам основаны на эколого-фитоценотической (доминантной) классификации растительных сообществ. К настоящему моменту создано более 30 карт растительности (М. 1 : 5 000 – 1 : 20 000) суммарной площадью 160 км<sup>2</sup>. На их основе проведен площадной анализ распределения растительных сообществ.



**Рис. 1.** Схема расположения обследованных и подлежащих обследованию территорий Санкт-Петербурга: 1 – существующие ООПТ (1–17): 1 – заказник “Юнтоловский”, 2 – памятник природы “Стрельнинский берег”, 3 – памятник природы “Комаровский берег”, 4 – памятник природы “Дудергофские высоты”, 5 – памятник природы “Парк “Сергиевка”, 6 – заказник “Гладышевский”, 7 – заказник “Северное побережье Невской губы”, 8 – заказник “Сестрорецкое болото”, 9 – заказник “Озеро Шучье”, 10 – памятник природы “Петровский пруд”, 11 – памятник природы “Елагин остров”, 12 – заказник “Западный Котлин”, 13 – заказник “Южное побережье Невской губы”, 14 – памятник природы “Долина реки Поповки”, 15 – заказник “Новоорловский”, 16 – заказник “Шунгеровский”, 17 – заказник “Левашовский”; 2 – обследованные территории (18–33): 18 – Пухтолова гора, 19 – береговой уступ Серово, 20 – лесной массив Старая граница, 21 – Сестрорецкие дюны, 22 – парк “Осиновая роща”, 23 – Тарховский мыс, 24 – Лисий Нос, 25 – лесопарк “Гагарка”, 26 – Юнтоловский лесопарк, 27 – долина реки Охты и ее притоков, 28 – долина реки Ижоры и ее притоков, 29 – долина реки Славянки и ее притоков, 30 – долина реки Стрелки и ее притоков, 31 – Усть-Тосненское болото, 32 – леса и парки Ораниебаума, 33 – Бабуловский парк; 3 – необследованные территории (34–38): 34 – Зеленогорский лес, 35 – лесной массив Литориновая лагуна, 36 – местность Парголово, 37 – местность Ферменка и долина реки Каменки, 38 – лесной массив Красные зори.

**Fig. 1.** Layout of surveyed and subject to survey territories of St. Petersburg: 1 – existing protected areas (1–17): 1 – reserve “Yuntolovskii”, 2 – natural monument “Strel’ninskii Bereg”, 3 – natural monument “Komarovskii Bereg”, 4 – natural monument “Dudergofskiye Vysoty”, 5 – natural monument “Park “Sergiyevka”, 6 – reserve “Gladyshevskii”, 7 – reserve “Severnoye poberezh’ye Nevskoi guby”, 8 – reserve “Sestroretskoye Boloto”, 9 – reserve “Ozero Shchuch’ye”, 10 – natural monument “Petrovskii Prud”, 11 – natural monument “Elagin Ostrov”, 12 – reserve “Zapadniy Kotlin”, 13 – reserve “Yuzhnoye poberezh’ye Nevskoi guby”, 14 – natural monument “Dolina reki Popovki”, 15 – reserve “Novoorlovskii”, 16 – reserve “Shungerovskii”, 17 – reserve “Levashovskii”; 2 – surveyed territories (18–33): 18 – Pukhtolova gora, 19 – beregovoy ustup Serovo, 20 – lesnoy massiv Staraya granitsa, 21 – Sestroretskie dyuny, 22 – park “Osinovala rosha”, 23 – Tarxovskiy mys, 24 – Lisiiy Nos, 25 – lesopark “Gagarka”, 26 – Yuntolovskiy lesopark, 27 – dolina reki Ohty i ee pritokov, 28 – dolina reki Izhory i ee pritokov, 29 – dolina reki Slavyaniki i ee pritokov, 30 – dolina reki Strelki i ee pritokov, 31 – Usty-Tosnenskoye boloto, 32 – lesa i parki Oraniyebauma, 33 – Babulovskiy park; 3 – not surveyed territories (34–38): 34 – Zelenogorskiy les, 35 – lesnoy massiv Litoriynovaya laguna, 36 – mestnost’ Pargalovo, 37 – mestnost’ Fermenka i dolina reki Kamenki, 38 – lesnoy massiv Krasnyye zori.

2 – surveyed areas (18–33): 18 – Pukhtolova Hill, 19 – coastal escarp Serovo, 20 – woodland Staraya Granitsa, 21 – Sestroretskiye dunes, 22 – park “Osinovaya Roshcha”, 23 – cape Tarkhovskii, 24 – Lisii Nos, 25 – forest park “Gagarka”, 26 – forest park “Yuntolovskii”, 27 – valley of the Okhta River and its tributaries, 28 – valley of the Izhora River and its tributaries, 29 – valley of the Slavyanka River and its tributaries, 30 – valley of the Strelka River and its tributaries, 31 – Ust'-Tosnenskoye bog, 32 – Oranienbaum forests and parks, 33 – park “Babolovskii”;  
3 – unsurveyed areas (34–38): 34 – Zelenogorskii forest, 35 – woodland Litorinovaya Laguna, 36 – Pargolovo area, 37 – Fermenka area and the Kamenka River valley, 38 – woodland Krasnye Zori.

Природоохранную значимость сообществ, основанную на признаках их редкости, определяли по критериям, предложенным П.В. Крестовым и В.П. Верхолат (Krestov, Verkholat, 2003). В данной работе использованы следующие признаки: флористические (наличие доминанта – редкого вида), структурные (сочетание структурных компонентов – ярусов, синузий, образованных видами с контрастными эколого-ценотическими характеристиками) и экотопические (наличие редких экотопических условий, обуславливающих редкие черты сообществ). Нами добавлен такой признак, как редко встречаемые сообщества, т.е. растительные сообщества, отмеченные не более 1–3 раз на определенной территории.

#### РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА СУЩЕСТВУЮЩИХ ООПТ И ОБСЛЕДОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Для северной части города характерно гораздо большее количество как существующих ООПТ, так и обследованных территорий, что связано с наличием больших по площади участков относительно ненарушенных таежных ландшафтов. Так, сохранились и уже охраняются крупные лесные (например, “Гладышевский заказник”, “Левашовский лес”) и болотные массивы (“Сестрорецкое болото”). В совокупности обследованные территории севера города дают представление о типичных сообществах, характерных для южной тайги северо-запада России. Две существующие ООПТ на севере города – “Комаровский берег” и “Северное побережье Невской губы” – расположены на морской Литориновой террасе. Еще шесть обследованных территорий полностью или частично находятся в пределах этой террасы.

Южная часть города характеризуется большей плотностью жилой и промышленной застройки и меньшими площадями, занятыми растительностью, близкой к естественной. Практически все обследованные территории на юге города испытывали длительное окультуривание, что сказалось на их нынешнем облике, обусловив значительное участие широколиственных пород в древостое и достаточно разнородный состав растительных сообществ. Часть

территорий, как и на севере города, связана с морскими террасами. Среди обследованных территорий можно отметить Ораниенбаумский лес и Усть-Тосненское болото, характеризующиеся высоким биологическим разнообразием.

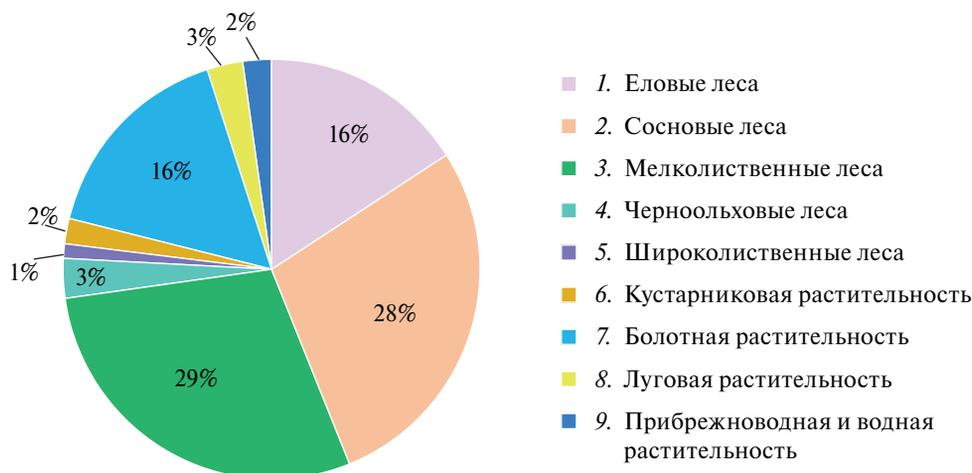
Данные, полученные по результатам изучения растительности на существующих ООПТ и обследованных территориях, охватывают все типы условно-коренных и производных растительных сообществ, характерных для Санкт-Петербурга (рис. 2). К условно-коренной растительности мы относим хвойные и черноольховые леса, различные типы болот, а также приморские луга, псаммофитнотравяную, прибрежно-водную и водную растительность. К производным сообществам относятся мелколиственные леса и суходольные луга.

Хвойные леса занимают почти 45% от всей площади обследованных территорий (рис. 2). В совокупности с болотами и производными мелколиственными лесами, возникшими на месте сельскохозяйственных земель, вырубок, гарей, эта растительность занимает 88% площади обследованных территорий, что подчеркивает таежный облик природной части города. На оставшиеся 12% приходятся: черноольховые леса, характерные для прибрежно-морских территорий; заросли кустарников; редкие для города широколиственные леса, приморские луга по берегам Финского залива и суходольные луга; прибрежно-водная и водная растительность, характерная для водоемов.

Среди еловых (*Picea abies* L., *P. ×fennica* (Regel) Kom.)<sup>1</sup> (в том числе сосново-еловых) лесов преобладают еловые зеленомошные леса *Piceeta hylocomiosa* (8%<sup>2</sup>; 12.2 км<sup>2</sup>). На втором месте ельники сфагновые *Piceeta shagnosa* (5%; 8.1 км<sup>2</sup>), также встречаются еловые кисличные леса *Piceeta oxalidosa*. Малые площади занимают ельники неморальнотравные *Piceeta nemoriherbosa*, приуроченные к Литориновому уступу, и ельники папоротниковые *Piceeta dryopteridosa*, встречающиеся по речным долинам и оврагам.

<sup>1</sup> Латинские и русские названия сосудистых растений приведены по Н.Н. Цвелеву (Tzvelev, 2000).

<sup>2</sup> Здесь и далее проценты даны от обследованной площади.



**Рис. 2.** Соотношение площадей основных типов растительности и лесных формаций на обследованных территориях.  
**Fig. 2.** Ratio of the areas of main vegetation types and forest formations in the surveyed territories.  
 1 – spruce forests; 2 – pine forests; 3 – small-leaved forests; 4 – black alder forests; 5 – broadleaved forests; 6 – brushwoods; 7 – paludal vegetation; 8 – meadow vegetation; 9 – coastal-aquatic and aquatic vegetation.

Сосновые (*Pinus sylvestris*) (в том числе елово-сосновые) леса на большей части территории представлены сосняками сфагновыми *Pineta sphagnosa* (13%; 20.2 км<sup>2</sup>) и зеленомошными *Pineta hylocomiosa* (11%; 17.4 км<sup>2</sup>). Незначительные площади (3.4 км<sup>2</sup>, 2.2%) занимают сосновые травяные леса *Pineta herbosa*. Встречаются также сосняки травяные с участием неморальных видов, тяготеющие к Литориновому уступу.

Мелколиственные леса занимают практически треть от всей обследованной площади. Эти леса, как правило, вторичные, и связаны с районами интенсивного антропогенного воздействия в прошлом. Они представлены как монодоминантными лесами, так и лесами смешанного состава. Преобладают леса с доминированием берез (*Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth) (22%; 33.5 км<sup>2</sup>), произрастающие в местообитаниях с различным увлажнением. На втором месте – леса с доминированием осины (*Populus tremula* L.) (3%; 4.7 км<sup>2</sup>) на более богатых почвах. Сероольховые (*Alnus incana* (L.) Moench) леса, являющиеся одной из начальных стадий зарастания сельскохозяйственных угодий, занимают 2.2 км<sup>2</sup> (1.4%).

Черноольховые (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) леса являются коренной растительностью Приневской низины. Со времени основания Санкт-Петербурга их площадь значительно сократилась, и в настоящее время доля обследованных территорий составляет 3% (4.3 км<sup>2</sup>), из них 80% представлены гигрофитнотравяными лесами *Alneta glutinosae paludiherbosa*.

Среди болот на территории Санкт-Петербурга преобладают олиготрофные, представленные, в основном, кустарничково-сфагновыми сообществами (9%; 13.2 км<sup>2</sup>), в том числе с ярусом сосны болотных форм (*Pinus sylvestris* f. *uliginosa*, f. *litwinovii*). Мезоолиготрофные и мезотрофные болота с осоково-сфагновыми и травяно-сфагновыми сообществами занимают площадь 7.6 км<sup>2</sup> (5%). Мезоевтрофные и евтрофные травяные болота, в том числе с кустарниковым ярусом (*Salix cinerea* L., *S. phyllicifolia* L.), занимают 3.7 км<sup>2</sup> (2.5%), из них 2.2 км<sup>2</sup> – на севере города.

Для побережий Финского залива характерны приморские луга и псаммофитнотравяные сообщества, на которые приходится лишь 0.4% (0.9 км<sup>2</sup>) общей площади. Суходольные луга (сухие и влажные) занимают 3.5 км<sup>2</sup> (2.3%), это производные, преимущественно, разнотравно-злаковые сообщества, на месте сведенных лесов. На обоих берегах и на мелководьях Невской губы распространены довольно обширные заросли тростника (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и камыша (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla).

## РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА

Оценка природоохранной значимости растительных сообществ основана на признаках их редкости. Вопрос об отнесении растительных сообществ к редким или обычным решается многими авторами по-разному. Однако основными остаются предложенные Е.М. Лавренко (Lavrenko, 1971) три категории

признаков: 1) сообщества, эдификаторы которых являются редкими видами; 2) сообщества на границе ареала; 3) сообщества, уничтоженные на значительной части ареала. Эти критерии дополнялись и детализировались, но оставались ключевыми в большинстве последующих работ при оценке их редкости и необходимости охраны (Krylov, 1982; Levichev, Krasovskaya, 1982; Stoiko, 1983; Vorontsova et al., 1988; Bulokhov, Solomeshch, 2003; Krestov, Verkholat, 2003; Martynenko et al., 2015; Liksakova, Sorokina, 2017). В данной работе редкие растительные сообщества подразделены на 4 категории.

### 1. Флористические: наличие доминанта – редкого вида

**Болотные сообщества с восковником болотным** (*Myrica gale* L.) – видом, включенным в Красную книгу РФ (Krasnaya..., 2008) и находящимся на юго-восточной границе ареала. Наибольшие площади, занятые сообществами с восковником, находятся именно в пределах Санкт-Петербурга на прилегающей к побережью Финского залива низкой аккумулятивной морской (Литориновой) террасе. Эти сообщества отмечены как на охраняемых природных территориях (Юнтоловский заказник), так и на предложенных, но пока не взятых под охрану, территориях – на Тарховском мысу, в лесопарке “Гагарка”, вблизи пос. Лисий Нос. Описания этих сообществ приведены в опубликованной статье (Volkova et al., 2021). Отметим только, что они встречаются как на переходных, так и на низинных болотах, а сообщества с небольшим участием восковника можно также встретить на верховых болотах и в заболоченных сосновых и березовых лесах. В пределах Санкт-Петербурга распространены сообщества с восковником следующих пяти ассоциаций (Volkova et al., 2021: табл. 3 оп. 1–9, 17–28; табл. 4 оп. 1–19): березово-сосново-восковниково-травяно-сфагновые (асс. **Herbosphagnetum myricoso-pinoso-betulosum**), восковниково-сфагновые (асс. **Sphagnetum myricosum galis**), березово-сабельниково-восковниковые (асс. **Myricetum comaroso-betulosum**), волосистоплодно-осоково-восковниковые (асс. **Myricetum caricosum lasiocarpae**), болотнотравно-восковниково-ивовые (асс. **Salicetum myricoso-paludiherbosum**).

**Лесные сообщества с фиалкой топяной** (*Viola uliginosa* Bess.) – видом, включенным в Красную книгу Санкт-Петербурга (Krasnaya..., 2018). Эти сообщества встречаются в лесопарке “Гагарка” и в районе пос. Лисий Нос в черноольховых и березовых лесах на

переувлажненных песчаных равнинах с маломощным торфом (табл. 1<sup>3</sup>). В сообществах в травяном ярусе обычны два содоминанта: молиния голубая (*Molinia caerulea* (L.) Moench) с проективным покрытием 40–60%, либо таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) с проективным покрытием 30–50%, и фиалка топяная с проективным покрытием 25–50%. Характерны влаголюбивые виды – *Lysimachia vulgaris* L., *Geum rivale* L., *Thyselium palustre* (L.) Raf., *Solanum dulcamara* L. Фиалка топяная в целом характерна для черноольховых заболоченных лесов, в которых она обычно занимает приствольные повышения, однако сообщества с ее содоминированием в травяном ярусе встречаются редко.

**Луговые сообщества с молочаем болотным** (*Euphorbia palustris* L.) – видом, включенным в Красную книгу Санкт-Петербурга. Молочай болотный – редкий вид для территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В пределах города известен только в двух местонахождениях – Юнтоловский заказник и окрестности пос. Лисий Нос. В Юнтоловском заказнике молочай встречается в небольшом количестве в составе березового заболоченного леса и в кустарниковых ивняках на низинном торфянике. В окрестностях пос. Лисий Нос он отмечен на песчаной равнине с маломощным торфом в составе сырых высокотравных лугов в качестве содоминанта с проективным покрытием 15–30% (табл. 2). Кроме молочая в одном из сообществ доминируют *Filipendula ulmaria*, в другом – *Carex disticha* Huds. и *Filipendula ulmaria*. В сообществах участвуют характерные виды сырых лугов: *Lysimachia vulgaris*, *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Scherb., *Thyselium palustre*, *Thalictrum flavum* L., *Scutellaria galericulata* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Poa palustris* L.

### 2. Структурные: сочетание ярусов, образованных видами с контрастными эколого-ценотическими характеристиками

Лесные сообщества, в которых доминанты древесного и травяного ярусов контрастны по своим экологическим особенностям, встречаются на о. Котлин.

**Осиновые молиниевые леса.** Как известно, осина предпочитает богатые умеренно увлажненные почвы. Молиния голубая (*Molinia caerulea*) растет на сырых лугах, в заболоченных лесах, на переходных болотах, преимущественно на кислых почвах.

<sup>3</sup> Все таблицы размещены в электронном приложении.

Наиболее типичным для молинии в южной тайге Ленинградской области является произрастание в сосняках сфагново-зеленомошных и сфагновых, реже – в ельниках чернично-сфагновых и березняках сфагновых (Kuchеров, 2017). В западной части о. Котлин на периодически переувлажненных плоских песчаных равнинах с маломощным торфом во внутренней части острова встречаются осиново-молиниевые леса. В древостое кроме *Populus tremula* иногда участвует *Alnus glutinosa*, в подлеске постоянна *Frangula alnus* Mill. В составе травяного яруса, кроме доминирующей *Molinia caerulea*, присутствуют мезогигрофильные (*Lysimachia vulgaris*, *Thalictrum flavum*, *Thyselium palustre*, *Filipendula ulmaria*) лугово-лесные и мезофильные луговые (*Agrostis capillaris* L., *Galium boreale* L.) виды (табл. 3). В некоторых сообществах отмечен *Lythrum intermedium* Fisch. ex Colla – вид, характерный для приморских лугов. Вероятнее всего, такие необычные по составу сообщества образовались в западной части о. Котлин при зарастании открытых полей с луговыми сообществами, в состав которых входила и молиния голубая.

**Черноольховые псаммофитнотравяные леса.** Эти леса встречаются преимущественно на современных песчаных береговых валах, т.е. в местообитаниях, не свойственных черноольховым сообществам, так как ольха черная (*Alnus glutinosa*) обычно растет на обильно увлажненных проточными водами местах, на низинных болотах. Псаммофитнотравяные черноольшаники возникли здесь при интенсивном перемещении морских песков водой и ветром вглубь острова и образовании современных береговых валов на месте бывших депрессий. Черная ольха приспособилась к существованию в новых условиях: она растет на береговых валах при засыпании стволов песком на высоту 1 м и более, при этом у деревьев образуются мощные “придаточные” корни, благодаря которым они “добывают” грунтовую воду. Часто в таких местообитаниях стволы черной ольхи повреждаются во время штормов и при нагонах льда. Высота деревьев достигает 15–17 м, сомкнутость крон – 50%. Травяной покров в сообществах на береговых валах крайне динамичен: в течение нескольких лет он может изменяться от полностью уничтоженного до вполне сформировавшегося. Его образуют приморские псаммофиты – *Calamagrostis meinshausenii* (Tzvel.) Viljasoo, *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Honkenia peploides* (L.) Ehrh., которые характерны для псаммофитнотравяных сообществ на дюнах и береговых валах, а также быстро разрастающиеся

корневищные растения: *Equisetum arvense* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Artemisia vulgaris* L. (табл. 4, оп. 1).

**Ивовые (*Salix pentandra* L.) псаммофитнотравяные леса.** На песчаных береговых валах и равнинах с эоловым и волновым переносом песка о. Котлин также можно встретить невысокие древостои ивы пятитычинковой. Ее обычные местообитания – болота, влажные луга, заболоченные леса. Ива пятитычинковая, как и ольха черная, на о. Котлин растет в несвойственном ей местообитании, образовавшемся при засыпании песком бывших низинных болот. В этих сообществах ива достигает высоты 10–12 м, средний диаметр стволов – 20 см. В подлеске ивняков в небольшом количестве присутствуют *Padus avium* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Rubus idaeus* L. Проективное покрытие травяного яруса не превышает 25–35%, после сильных волновых процессов едва достигает 1%. Травяной покров образуют псаммофильные, преимущественно корневищные растения: *Calamagrostis meinshausenii*, *Leymus arenarius*, *Lathyrus maritimus* Bigel., *Tanacetum vulgare* L., *Equisetum arvense* (табл. 4, оп. 2–4); часто присутствует влаголюбивый вид *Solanum dulcamara* L., длинное корневище которого, видимо, позволяет добывать воду из-под мощного слоя песка.

**Осиновые псаммофитнотравяные леса.** Эти сообщества встречаются в тех же местообитаниях, что и черноольховые и ивовые леса, и имеют не свойственный осинникам видовой состав травяного яруса. Древесный ярус обычно образует только осина, имеется и ее подрост. Высота деревьев – 15–17 м, средний диаметр стволов – 15–25 см, максимальный – 45 см. В травяном покрове представлены длиннокорневищные растения, хорошо приспособленные к постоянно изменяющемуся слою песка: *Calamagrostis meinshausenii*, *Elytrigia repens*, *Leymus arenarius*, *Equisetum arvense*, *Solanum dulcamara*, *Artemisia vulgaris* и типичные псаммофиты, свойственные песчаным побережьям – *Lathyrus maritimus* и *Honkenia peploides* (табл. 4, оп. 5, 6). Проективное покрытие травяного яруса в этих сообществах может быть от 1% на свежесасыпанных участках до 30% на береговых валах и равнинах, не подвергавшихся размыву или аккумуляции относительно длительное время.

Краткие сведения об осиновых и черноольховых псаммофитнотравяных лесах, где они отнесены к двум ассоциациям – **Tremuletum psammophytosum maritimi** и **Alnetum glutinosae psammophytosum maritimi** имеются в работе Thi Anh Tuyet Duong с соавторами (Thi Anh Tuyet Duong et al., 2019).

### 3. Экологические: наличие редких экологических условий, обуславливающих редкие черты сообществ

К таковым мы относим широколиственные леса Дудергофских высот. В настоящее время Дудергофские высоты представляют собой “островок” широколиственного леса среди сельскохозяйственных полей и небольших участков вторичных мелколиственных лесов и кустарниковых зарослей. По своему составу и структуре эти леса полностью соответствуют зональным широколиственным лесам, произрастающим значительно южнее. Столь необычная для региона растительность обязана своим происхождением определенным природным особенностям и антропогенному воздействию. Так, широколиственные леса Дудергофских высот произрастают на дерново-карбонатных почвах на хорошо прогреваемых пологонаклонных вершинах и склонах различной крутизны (от пологих до очень крутых) на щебнистой карбонатной морене. Помимо этих местообитаний, отдельные участки широколиственных лесов встречаются также по пологим подножьям склонов и днищам ложбин, в основном, окультуренным. Деятельность человека — создание ландшафтного парка в XIX в. и вырубка хвойных деревьев в военные годы — также оказала существенное влияние на современный облик Дудергофских высот.

**Широколиственные леса Дудергофских высот** характеризуются развитым ярусом нескольких видов широколиственных деревьев: *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* L., *Quercus robur* L., *Ulmus glabra* Huds. с общей сомкнутостью 60–80% (Bibikova et al., 2006). Преобладают сообщества с господством клена и ясеня. В сложении сообществ участвуют от 2 до 7 видов деревьев, в том числе хвойные (*Picea abies* (L.) Karst., *Pinus sylvestris*). Довольно часто в первом пологе древостоя встречается *Salix caprea*; в настоящее время, достигнув возраста 60–70 лет, этот вид выпадает из древостоя. Высота древостоя первого полога — 16–23 м, редко 25 м. Диаметр стволов колеблется в пределах 15–30 см с максимумом 60–70 см у клена, липы, ясеня и 100 см у дуба. Подрост широколиственных пород отмечен во всех сообществах, наиболее постоянен подрост клена и ясеня, единично встречается подрост ели. В кустарниковом ярусе постоянным видом во всех сообществах является лещина (*Corylus avellana* L.), образующая ярус от 4 до 8 м высоты с сомкнутостью крон до 60%. Только в некоторых сообществах этот кустарник присутствует в небольшом обилии. Постоянные виды здесь *Ribes alpinum* L., *Lonicera*

*xylosteum* L., довольно часто присутствует *Daphne mezereum* L. В травяном ярусе произрастает большое количество неморальных видов: *Mercurialis perennis* L., *Viola mirabilis* L., *Campanula trachelium* L., *Actaea spicata* L., *Asarum europaeum* L., *Lathyrus vernus*, *Carex digitata* L., *Vicia sylvatica* L., *Hepatica nobilis* Schreb., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Ranunculus cassubicus* L., *Paris quadrifolia* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Stellaria holostea* L., *Aegopodium podagraria* L. Моховой покров не характерен для широколиственных лесов, что обычно связано с мощным листовым опадом, тем не менее в липовых редкотравных сообществах его покрытие достигает 40–90%, доминирует *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske<sup>4</sup>.

Интересен тот факт, что в сходных условиях — на холмах, сложенных локальной карбонатной мореной, в Лужском и Кингисеппском районах Ленинградской области, произрастают дубовые неморальнотравные леса, отнесенные к асс. **Aegopodio-Quercetum** (Vasilevich, Bibikova, 2001). На Дудергофских высотах дубовые леса отсутствуют, однако видовой состав кустарникового и травяного ярусов в них сходен с приведенными в указанной публикации, за исключением отсутствующих характерных видов широколиственных лесов *Euonymus verrucosa* Scop., *Carex pilosa* Scop., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Sanicula europaea* L. и некоторых других.

**Широколиственные леса северного побережья Невской губы Финского залива.** Здесь они произрастают на Литориновой морской террасе благодаря редким климатическим явлениям в пределах Санкт-Петербурга — морскому микроклимату, характерному для местообитаний в непосредственной близости от побережья Финского залива. Широколиственные леса, в основном, приурочены к береговым валам и дренированным террасам на морских песках. Благодаря смягчающему влиянию залива, особенно в зимний период, в прибрежной части и на береговом валу встречаются сообщества, образованные широколиственными разновозрастными деревьями (*Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis* Pall.) с активным возобновлением этих видов (Volkova, Khramtsov, 2020). В древостое этих лесов, в отличие от Дудергофских высот, благодаря невысокому уровню залегания грунтовых вод, часто присутствует черная ольха (*Alnus glutinosa*); постоянным видом является *Betula pendula*, изредка участвует *Picea abies*. Высота деревьев первого

<sup>4</sup> Латинские и русские названия мхов и лишайников приведены по М.С. Игнатову с соавторами (Ignatov et al., 2006)

полога — 22–24 м, максимальная — 28 м. Диаметры стволов дуба — 50–70 см, с максимумом 100 см; липы — 45–60 см, с максимумом — 100 см, вяза — 25–50 см. Кустарники в этих лесах практически не образуют яруса; постоянными, но необильными видами, являются *Padus avium* и *Rubus idaeus*; в отличие от Дудергофских высот, *Corylus avellana* здесь не встречается. Состав травянистых неморальных видов значительно беднее, чем на Дудергофских высотах. Постоянный и наиболее обильный вид в этих лесах — *Galeobdolon luteum*, в некоторых сообществах доминирует *Mercurialis perennis*. Отличительной особенностью является постоянное присутствие в травяном ярусе бореального вида — *Oxalis acetosella* L. Моховой покров в липовых редкотравных сообществах образуют *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout, *Plagiochila asplenoides* (L. emend. Taylor) Dumort.

Следует отметить, что ценность сообществ широколиственных лесов определяется и их находением на северной границе ареала. Широколиственные леса встречаются также на южном побережье Невской губы, однако здесь это участки старинных парков с широколиственными насаждениями.

В особых микроклиматических и, особенно, эдафических условиях произрастают **мелколиственные неморальнотравные леса**. На северном побережье Невской губы, вблизи берега можно встретить черноольхово-березовые неморальнотравные леса с участием широколиственных пород (табл. 5, оп. 1–3). Своим необычным составом они обязаны смягчающему влиянию Финского залива и более богатым почвам, которые сформировались на двучленных наносах: в верхней части профиля почвообразующие породы представлены легкими суглинками или супесями, ниже залегают морские пески со щебнем и галькой. Сомкнутость крон в этих лесах невелика — 50–60%. Березы достигают 25–28 м высоты, диаметры стволов варьируют от 25 до 60 см. В составе древостоев значительное участие черной ольхи (20–40%). В первом древесном пологе обычно присутствует дуб 20–25 м высотой, максимальный диаметр стволов — 60 см. В некоторых сообществах в этом же пологе отмечены ясень и вяз гладкий, во втором пологе — липа. Эти же виды присутствуют в подросте. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса достигает 70–80%, доминируют неморальные и геминеморальные виды: *Aegopodium podagraria*, *Galeobdolon luteum*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea*, *Anemonoides nemorosa* L., *Melica nutans* L. Моховой покров не развит,

с небольшим обилием участвуют такие виды мхов, как *Sciuro-hypnum curtum* (Lindb.) Ignatov, *Cirriphyllum piliferum*, *Atrichum undulatum*, *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J. Кор. Здесь же, на северном побережье Невской губы, встречаются более бедные по видовому составу березовые леса с покровом из неморальных трав (табл. 5, оп. 4). В древостоях этих сообществ появляется ель; в травяном покрове из неморальных видов доминирует только *Galeobdolon luteum*, содоминирует *Oxalis acetosella*. Эти сообщества встречаются на более бедных почвах береговых валов.

Ассоциацию **Aegopodio-Betuletum** (березняки неморальнотравные) как довольно широко распространенную в южных районах Северо-Запада России приводит в своей работе В.И. Василевич (Vasilevich, 1996). Однако для нее характерно присутствие в древесном ярусе осины, в подлеске — лещины, в травяном ярусе — *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus cassubicus*, *Viola mirabilis*, *Lathyrus vernus*. Основным отличием сообществ северного побережья Невской губы является значительное участие в древостое черной ольхи, отсутствие лещины в подлеске и более бедный состав травянистых неморальных видов.

Примером сообществ, произрастающих в редких экотопических условиях, могут быть также осиновые и сероольховые неморальнотравные леса в долине р. Поповки, которые встречаются здесь в пойме, на надпойменных террасах и склонах долины на богатых дерново-карбонатных почвах, подстилаемых палеозойскими известняками и песчаниками. Надпойменные террасы частично были окультурены в прошлом. Сероольшаники невысокие (15–16 м), достаточно сомкнутые (70–80%), с подлеском из *Padus avium*. В травяном покрове постоянны *Aegopodium podagraria* и *Stellaria nemorum* L., а также ранневесенние неморальные виды *Anemonoides ranunculoides*, *Ficaria verna*, *Corydalis solida* и нитрофильный вид *Urtica dioica* (табл. 5, оп. 5, 6).

Как известно, леса, образованные ольхой серой (*Alnus incana*), являются одной из широко распространенных формаций производных лесов на территории Европейской России. Серая ольха является пионерной породой, которая быстро заселяет вырубку, заброшенные луга и пашни. Сероольшаники неморальнотравные (**Galeobdolo-Alnetum incanae**) (Vasilevich, 1998) не редки в подзоне южной тайги на относительно влажных и богатых почвах. Обычно в их древостое и подросте участвует ель, в травяном ярусе характерно высокое постоянство нитрофильных видов и доминирование

неморальных видов: *Aegopodium podagraria*, *Galeobdolon luteum*, *Stellaria nemorum*, *Asarum europaeum*, *Stellaria holostea*, *Mercurialis perennis*, *Anemonoides nemorosa*. В сероольшаниках на р. Поповке ель отсутствует, набор неморальных трав невелик, но характерны ранневесенние виды.

Древостой осинников менее сомкнутые (50–60%), высота деревьев – 16–21 м. В подлеске встречаются *Ribes alpinum*, *Lonicera xylosteum*, *Sorbus aucuparia*, *Padus avium*, иногда *Rhamnus cathartica* L. и *Corylus avellana*. В травяном покрове постоянные виды – *Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis*, *Ranunculus cassubicus*, *Viola mirabilis*, в некоторых сообществах участвуют *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *Lathyrus vernus*, *Actaea spicata* и др. (табл. 5, оп. 7–10). Осинник неморальнотравный был отмечен и на северной окраине Сестрорецкого болота – на пологом склоне озерно-ледниковой террасы, окультуренной в прошлом. По составу неморальных видов он значительно беднее осинников в долине р. Поповки, наиболее обильны в нем *Stellaria holostea* и *Aegopodium podagraria*, с небольшим обилием участвуют *Pulmonaria obscura*, *Viola mirabilis*, *Stachys sylvatica* L. (табл. 5, оп. 11).

Многие авторы указывают, что осинники неморальнотравные (**Nemoriherboso-Tremuletum**) распространены по всей территории Северо-Запада России, они характерны для подзон южной тайги и хвойно-широколиственных лесов и развиваются на богатых почвах на месте ельников с неморальным покровом и широколиственных лесов (Bibikova, 1998; Vasilevich, 2000 и др.). Для неморальнотравных осинников характерны значительное постоянство ряда широколиственных пород деревьев, присутствие березы и ели. В подлеске в качестве обильных видов указываются *Daphne mezereum* и *Corylus avellana*; в травяном ярусе при общем доминировании сныти большую долю покрытия имеют *Pulmonaria obscura*, *Galeobdolon luteum*, *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum*, *Mercurialis perennis*, *Anemonoides nemorosa*. В долине р. Поповки в осинниках ель и широколиственные породы, так же как и неморальные кустарники, отсутствуют, однако видовой состав травяного яруса сходен с неморальнотравными осинниками, описанными для Северо-Запада России.

Сообщества лещины обыкновенной (*Corylus avellana*) редки не только для Санкт-Петербурга, но и для Ленинградской области, они относятся к категории биологически ценных лесов (Survey..., 2009). Лещина чаще встречается в виде кустарникового яруса

в редкостойных широколиственных и хвойно-широколиственных лесах. Самостоятельные заросли она образует на сухих маломощных почвах крутых склонов, чаще всего подстилаемых известняками.

Основная часть сообществ лещины встречается на Дудергофских высотах, где они произрастают среди широколиственных лесов в верхних частях крутых склонов Ореховой и Вороньей гор на щебнистой карбонатной морене. Как и широколиственные леса, они связаны с богатыми дерново-карбонатными почвами, подстилаемыми известняками, иногда растут на выходах известняка на поверхность. Лещина высотой 5–7 м обычно образует густые заросли (сомкнутость 70–80%) (табл. 6, оп. 1–5). В состав сообществ довольно часто входят отдельно стоящие деревья *Acer platanoides*, реже – *Pinus sylvestris*. Из других кустарников с небольшим обилием участвуют *Lonicera xylosteum*, *Daphne mezereum*, *Ribes alpina*. По составу травяного яруса выделяются несколько типов сообществ: лещинник ландышевый, лещинник ястребинковый, лещинник снытевый. В травяном покрове, кроме доминирующих *Convallaria majalis*, *Hieracium* sp., *Aegopodium podagraria*, всегда присутствуют неморальные виды: *Viola mirabilis*, *Campanula trachelium*, *Actaea spicata*, *Vicia sylvatica*, *Mercurialis perennis*, *Poa nemoralis* L. и др. На склонах северной экспозиции в лещинниках иногда развит моховой покров из *Oxypetalum hians* и *Sciuro-hypnum curtum*. Более бедные по составу лещинники были описаны на крутом, сложенном карбонатными породами склоне долины р. Поповки – лещинник неморальнотравный (табл. 6, оп. 6) и на песчаных отложениях Литоринового уступа в районе пос. Серово – лещинник осоковый (*Carex digitata*) (табл. 6, оп. 7).

Редкими экотопическими условиями в пределах города характеризуется и литоральная зона морского побережья Финского залива. Растительные сообщества – **приморские луга** – формируются здесь, на морских отложениях, и при постоянном активном воздействии морских вод. В основном они тяготеют к зарастающим берегам и мелководьям с аккумуляцией органогенных илов, песчаным абразионно-аккумулятивным террасам, реже к песчано-валунным пляжам. Приморские луга в пределах Санкт-Петербурга являются редкими сообществами и благодаря крайне малой площади, которую они занимают. В отличие от островов Финского залива (Volkova et al., 2007), в Невской губе соленость воды очень низкая, поэтому состав приморских лугов значительно обеднен за счет отсутствия в составе этих сообществ галофильных

видов (*Glaux maritima* L., *Triglochin maritimum* L., *Plantago maritima* L., *Allium schoenoprasum* L. и др.).

Сообщества приморских лугов образуют микропоясную горизонтальную структуру, последовательно сменяясь от уреза воды до верхней части прибойной полосы. Первое звено представлено низкотравными лугами (до 20–25 см высоты), за ними обычно следуют сообщества, образованные средними по высоте травами (до 60 см), замыкают высокотравные сообщества (80–100 см высоты). Вследствие распространения на мелководьях Невской губы густых зарослей камыша (*Schoenoplectus lacustris*) и тростника (*Phragmites australis*), снижающих волновое воздействие, здесь низкотравные сообщества распространены только на открытых побережьях островов Котлин и Верперлуда, на мысах Лисий Нос, Тарховский и Гагарка, где они представлены маловидовыми болотнищевыми (*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult.) и ситниковыми (*Juncus gerardii* Loisel., *J. alpinoarticulatus* Chaix) сообществами (табл. 7, оп. 1–4). Постоянным видом в этих сообществах является *Lythrum intermedium*.

Среднетравные приморские луга чаще всего представлены осоковыми сообществами из *Carex elata* All., реже – вейниковыми из *Calamagrostis neglecta* (табл. 7, оп. 5–9). По видовому составу они немного богаче низкотравных лугов; благодаря своему положению между низкотравными и высокотравными лугами, они включают в свой состав некоторые виды соседних сообществ, например, свойственные высокотравным лугам *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert, *Lysimachia vulgaris*. Сообщества высокотравных приморских лугов образованы преимущественно высокими (1.0–1.5 м) мезогигрофильными травами, они полидоминантны и характеризуются довольно богатым видовым составом (до 30 видов) (табл. 8). Постоянными и наиболее обильными видами в этих сообществах являются *Filipendula ulmaria* и *Lysimachia vulgaris*. Часто и с заметным проективным покрытием в сообществах участвуют *Lythrum intermedium*, *Phalaroides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Valeriana officinalis*, *Thalictrum flavum*, *Archangelica litoralis* (Fries) Agardh; в заказнике “Северное побережье Невской губы” – *Senecio paludosus* L. – вид, занесенный в Красную книгу Санкт-Петербурга (Krasnaya..., 2018). В некоторых луговых сообществах этого заказника велико участие дичающих из культуры интродуцентов *Aster novi-belgii* L. и *Calystegia spectabilis* (Brummitt) Tzvel.

**Болотные сообщества с *Molinia caerulea*** мы также рассматриваем в этой группе редких сообществ, так

как они отмечены в несвойственных им экотопах. В районе пос. Репино и на Сестрорецком болоте на мезоолиготрофных и олиготрофных торфяниках встречаются сообщества с доминированием и содоминированием *Molinia caerulea*. Ранее в литературе отмечали произрастание *Molinia caerulea* на южном пределе распространения аапа-болот на Карельском перешейке, близ северной границы подзоны южной тайги (Botch, 1990), а в западной части Ленинградской области – на ключевых болотах средневропейского типа (Smagin, 2008), т.е. на мезотрофных и евтрофных торфяниках. В отличие от них описанные нами сообщества не только с участием, но и с доминированием *Molinia caerulea* отмечены на болотах иного водно-минерального питания. Кроме того, небольшие болота в районе пос. Репино характеризуются плоским рельефом, что отличает их от аапа-болот с развитым грядово-мочажинным или кочковато-мочажинным микрорельефом. В составе этих сообществ отсутствуют (или представлены единично) виды мезотрофных болот; доминирует *Molinia caerulea*, с небольшим обилием участвуют виды олиготрофных болот – *Empetrum nigrum* L., *Andromeda polifolia* L., *Eriophorum vaginatum* L. (табл. 9, оп. 1, 2). В моховом покрове в одном из сообществ доминируют олиготрофные *Sphagnum divinum* Flatberg & K. Hassel и *S. angustifolium* (С.Е.О. Jensen ex Russow) С.Е.О. Jensen, в другом – *Sphagnum angustifolium* и характерный для аапа-болот *Sphagnum papillosum* Lindb. На Сестрорецком болоте в кочковато-островково-мочажинном комплексе описано сосново-кустарничково-сфагновое сообщество с участием молинии на высоких кочках с олиготрофным торфом (табл. 9, оп. 3). В этом сообществе доминируют *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Betula nana* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и олиготрофные сфагны *Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., *S. divinum* и *S. angustifolium* (Smagin, 2011). Вероятно, эти болота подвергались пожарам. О расселении *Molinia caerulea* на болотах Карелии под влиянием лесных пожаров предполагает В.П. Антипин (Antipin, 2009).

#### 4. Редко встречаемые растительные сообщества

К этой категории редких сообществ мы относим старовозрастные леса, которые, в силу исторических причин, крайне редки на территории Санкт-Петербурга. К старовозрастным относят леса, в которых присутствуют биологически старые живые деревья, характерна разновозрастная структура древостоя и крупномерный валеж. На территории Ленинградской области для ели биологически старыми считаются деревья от 140 лет (Survey..., 2009). Небольшой массив

старовозрастного ельника кислично-зеленомошного на дренированной равнине, сложенной безвалунными глинами и суглинками, был обнаружен в заказнике “Левашовский лес”. В составе древостоя присутствуют деревья ели трех поколений: < 40 лет, 40–80 лет, 100–145 лет. Высота деревьев – 26–27 м, средний диаметр стволов – 50 см. Кроме ели в небольшом количестве присутствуют сосна и береза. Общая доля сухостоя – 10–15%, валеж всех пород обилён. Подрост ели хорошей и средней жизненности необилён – < 5%. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 80%, доминирует *Oxalis acetosella*, присутствуют *Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н.Р. Fuchs, *Vaccinium vitis-idaea* L., *V. myrtillus* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt. Моховой покров с общим проективным покрытием 70% образуют *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw., *Sphagnum girgensohnii* Russow.

Второй массив старовозрастного елового леса был отмечен в заказнике “Озеро Щучье” на равнине с маломощным торфом, сложенной безвалунными песками и супесями. Здесь произрастал ельник чернично-сфагновый, в нем возраст деревьев старшего поколения составлял 160 лет. Однако к настоящему времени массив этого елового леса практически полностью усох в результате появления здесь очага размножения короёда-типографа. Этому, вероятно, способствовали довольно засушливые летние периоды и менее суровые зимы в предшествующие годы.

**Сосняк хвощовый** (*Equisetum hiemale* L.) был описан на крутом песчаном склоне Литоринового уступа в районе пос. Комарово. Древостой сомкнутостью 90% образован *Pinus sylvestris* (выс. 28 м, диам. 55 см) с небольшой примесью *Tilia cordata*, *Betula pendula*, *Picea abies*. В подросте до 30% покрытия приходится на *Acer platanoides*. В травяном ярусе с проективным покрытием 80% доминирует *Equisetum hiemale*, с небольшим обилием участвуют *Equisetum sylvaticum*, *Dryopteris carthusiana*, *Oxalis acetosella*, *Anemonoides nemorosa*.

**Сообщество осоки трясуновидной** (*Carex brizoides* L.) отмечено в единственном местонахождении – парке “Осиновая роща”, на пологом песчаном склоне к обводненной депрессии. Проективное покрытие осоки достигает 100%, высота ее стеблей – более 1 м. Данное сообщество является монодоминантным. По всей вероятности, ее, как и встречающийся на этой территории мятлик Шэ (*Poa chaixii* Vill.), в прошлом использовали в парке для задернения почвы.

В Ленинградской области *Carex brizoides* встречается на лугах и лесных опушках преимущественно на Ижорском плато (Atlas..., 2021). В более южных районах (в Брянской, Орловской обл.) она образует сплошной покров в дубовых, сосновых, березовых, черноольховых лесах (Bulokhov, Radygina, 2012).

В эту же категорию мы отнесли единственный на территории Санкт-Петербурга **грядово-мочажинно-озерковый комплекс болотных сообществ**, отмеченный на Сестрорецком болоте на торфе мощностью свыше 6 м. Этот болотный комплекс образован обычными сообществами верховых болот, однако является уникальным для территории города. Такие комплексы характерны для наиболее зрелых верховых болот, здесь он сохранился благодаря тому, что Сестрорецкое болото не подвергалось осушительной мелиорации. На грядах произрастают кустарничково-сфагновые сообщества с доминированием *Sphagnum fuscum* и *Calluna vulgaris* с редкой сосной (формы *litwinovii*, *wilkomii* и *pumila*), с участием лишайников (виды рода *Cladonia*). Мочажины заняты шейхцериево-сфагновыми и топяноосоково-сфагновыми сообществами, в которых доминируют *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *Sphagnum cuspidatum*. В озерах растёт *Nymphaea candida*, наиболее глубокие озера лишены растительности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье приведены результаты многолетних исследований, направленных на выявление в пределах Санкт-Петербурга территорий, имеющих высокую природоохранную ценность. Геоботанические работы, основным результатом которых являлись описания растительных сообществ и карты растительности, проведены на территориях общей площадью 160 км<sup>2</sup> (11% от площади города). В ходе работ получены сведения о составе и площадях условно-коренных и производных растительных сообществ. Полученные данные позволяют охарактеризовать типичные для южной тайги сообщества, распространенные в пределах Санкт-Петербурга. В свою очередь, в ходе работ фиксировались и редкие для города растительные сообщества, заслуживающие охраны. При систематизации накопленных данных было принято решение определить критерии, согласно которым сообщества признаются редкими. В работе использованы следующие признаки: флористические (наличие доминанта – редкого вида), структурные (сочетание структурных компонентов сообщества, образованных видами с контрастными эколого-ценотическими характеристиками) и экотопические

(наличие редких экотопических условий, обуславливающих редкие черты сообществ). В перечень редких также включены растительные сообщества, отмеченные не более 1–3 раз на определенной территории. Для всех сообществ приведены их характеристики, ко многим из них прилагаются таблицы геоботанических описаний.

Среди упоминаемых в тексте территорий часть уже являются региональными заказниками и памятниками природы. К таковым относятся “Дудергофские высоты”, “Северное побережье Невской губы”, “Долина реки Поповки”, “Юнтоловский заказник”, “Сестрорецкое болото” и некоторые другие. Однако часть территорий, обладающих высокой природоохранной ценностью и являющихся местом обитания в том числе и редких растительных сообществ, в настоящее время еще не взята под охрану. Это, в первую очередь, окрестности поселка Лисий нос, лесопарк Гагарка, Тарховский мыс и уступ Серово.

Описанные в статье редкие растительные сообщества в той или иной степени подвержены угрозам как антропогенного, так и природного характера. Сообщества, распространенные в границах уже существующих ООПТ, несомненно, более защищены от антропогенного воздействия. В то же время не взятые под охрану территории, при изменении градостроительной документации, могут перейти в зоны, предлагаемые для застройки, что, соответственно, приведет к полному уничтожению сообществ. Для всех территорий существенной угрозой является строительство вокруг них крупных объектов и дорог, так как это может нарушить гидрологический режим. В особенности, мы считаем, это может касаться болотных сообществ.

В отношении угроз природного характера, нам кажется наиболее очевидной угрозой исчезновения или трансформирования сообществ побережий Финского залива, особенно на острове Котлин. Волновая деятельность Балтийского моря способствует быстрому изменению конфигурации береговой линии, дюн и береговых валов, что оказывает влияние на растительные сообщества. При этом стоит отметить, что, так как речь идет о городе, то угрозы всегда носят антропогенно-природный характер. Так, интенсивная волновая деятельность на о. Котлин отчасти связана со строительством дамбы. К таким же угрозам смешанного характера относятся и пожары, которые, как правило, обусловлены человеческим фактором.

Таким образом, в Санкт-Петербурге определены и описаны редкие растительные сообщества, чье существование обусловлено как приморским положением города и его геолого-геоморфологическими особенностями, так и особенностями хозяйственного освоения. Так как редкие растительные сообщества приурочены к конкретным местообитаниям, важной задачей является сохранение именно местообитаний, чему способствует создание ООПТ. Необходимо как изучать состояние сообществ на существующих ООПТ, так и обследовать, и брать под охрану новые территории, обладающие высокой ценностью.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Владимиру Николаевичу Храмову за участие в сборе и обработке полевых материалов и за помощь в подготовке статьи. Также авторы благодарят коллег – Григория Анатольевича Исаченко и Андрея Ильича Резникова – за материалы ландшафтных исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 121032500047-1 “Растительность европейской России и Северной Азии: разнообразие, динамика, принципы организации” Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Antipin] Антипин В.К. 2009. Разнообразие болотной биоты национального парка Водлозерский. – Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Самарская Лука. 18(4): 86–94.
- [Atlas...] Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга. 2016. СПб. 176 с.
- [Atlas...] Атлас сосудистых растений Северо-Запада европейской части России. Т. 1. 2021. М., 296 с.
- [Bibikova et al.] Бибикова Т.В., Волкова Е.А., Храмов В.Н. 2006. Растительность. – В кн.: Дудергофские высоты – комплексный памятник природы. СПб. С. 29–53.
- [Bibikova] Бибикова Т.В. 1998. Классификация осинового леса Северо-Запада России. – Бот. журн. 83(3): 48–57.
- Botch M. 1990. Aapa-mires near Leningrad at the southern limit of their distribution. – Ann. Bot. Fenn. 27(3): 281–286.
- [Bulokhov, Radygina] Булохов А.Д., Радыгина В.И. 2012. Сообщества с *Carex brizoides* на восточном пределе ареала. – Вест. Брянского гос. ун-та. 4(2): 113–116.
- [Bulokhov, Solomeshch] Булохов А.Д., Соломещ А.И. 2003. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск. 359 с.
- [Field...] Полевая геоботаника. Т. 3. 1964. М.; Л. 530 с.

- [Geological...] Геологический атлас Санкт-Петербурга. 2009. СПб. 57 с.
- [Ignatov et al.] Игнатов М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А., Аболия А.А., Акатова Т.В., Баишева Э.З., Бардунов Л.В., Барякина Е.А., Белкина О.А., Безгод А.Г., Бойчук М.А., Черданцева В.Я., Чернядьева И.В., Дорошина Г.Я., Дьяченко А.П., Федосов В.Э., Гольдберг И.Л., Иванова Е.И., Юкониене И., Каннукене Л., Казановский С.Г., Харзинов З.Х., Курбатова Л.Е., Максимов А.И., Маматкулов У.К., Манакян В.А., Масловский О.М., Напреенко М.Г., Отнюкова Т.Н., Партыка Л.Я., Писаренко О.Ю., Попова Н.Н., Рыковский Г.Ф., Тубанова Д.Я., Железнова Г.В., Золотов В.И. 2006. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии // *Arctoa*. № 15. С. 1–130. <https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- [Ipatov, Mirin] Ипатов В.С., Мирин Д.М. 2008. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. СПб. 71 с.
- [Isachenko] Исаченко Г.А. 2006. Физико-географическая характеристика. – В кн.: Дудергофские высоты – комплексный памятник природы. СПб. С. 5–8.
- [Isachenko] Исаченко Г.А. 2020. Физико-географическая характеристика природной среды. – В кн.: Природа заказника “Северное побережье Невской губы”. СПб. С. 5–9.
- [Krasnaya...] Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). 2008. М. 855 с.
- [Krasnaya...] Красная книга Санкт-Петербурга. 2018. СПб. 568 с.
- [Krestov, Verkholat] Крестов П.В., Верхолат В.П. 2003. Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья. Владивосток. 200 с. <https://doi.org/10.13140/2.1.3110.1128>
- [Krylov] Крылов А.Г. 1982. Категории редких растительных сообществ. – Охрана растительных сообществ редких и находящихся под угрозой исчезновения экосистем. Матер. 1 Всесоюзн. конф. по охране редких растит. сообществ. М. С. 12–14.
- [Kucherov] Кучеров И.Б. 2017. Изменчивость эколого-ценотической приуроченности *Molinia caerulea* (Poaceae). – Бот. журн. 102(11): 1475–1503.
- [Lavrenko] Лавренко Е.М. 1971. Об охране ботанических объектов СССР. – Вопросы охраны ботанических объектов. Л. С. 6–13.
- [Levichev, Krasovskaya] Левичев И.Г., Красовская Л.С. 1982. О критериях редкости сообществ. – Охрана растительных сообществ редких и находящихся под угрозой исчезновения экосистем. Матер. 1 Всесоюзн. конф. по охране редких раст. сообществ. М. С. 14–15.
- [Liksakova, Sorokina] Ликсакова Н.С., Сорокина И.А. 2017. Редкие растительные сообщества на проектируемых для охраны территориях на востоке Ленинградской области. – Бот. журн. 102(2): 232–248.
- [Martynenko et al.] Мартыненко В.Б., Миркин Б.М., Баишева Э.З., Мулдашев А.А., Наумова Л.Г., Широких П.С., Ямалов С.М. 2015. Зеленые книги: концепции, опыт, перспективы. – Успехи современной биологии. 135(1): 40–51.
- [Metody...] Методы изучения лесных сообществ. 2002. СПб. 240 с.
- [Smagin] Смагин В.А. 2008. Союз *Caricion davallianae* на Северо-Западе Европейской России. – Бот. журн. 93(7): 1029–1082.
- [Smagin] Смагин В.А. 2011. Болотная растительность. – В кн.: Природа Сестрорецкой низины. СПб. С. 91–115.
- [Stoiko] Стойко С.М. 1983. Экологические основы охраны редких, уникальных и типичных фитоценозов. – Бот. журн. 68(11): 1574–1583.
- [Survey...] Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 1. Методика выявления и картографирования. 2009. СПб. 238 с.
- Thi Anh Tuyet Duong, Neshataev V.Yu., Neshataeva V.Yu. 2019. Forest site types of the Saint-Petersburg area. – IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 316: 012067. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/316/1/012067>
- [Tzvelev] Цвелев Н.Н. 2000. Определитель сосудистых растений Северо-Запада России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб. 781 с.
- [Vasilevich] Василевич В.И. 1996. Незаболоченные березовые леса Северо-Запада Европейской России. – Бот. журн. 81(11): 1–13.
- [Vasilevich] Василевич В.И. 1998. Сероольшанники Европейской России. – Бот. журн. 83(8): 28–42.
- [Vasilevich] Василевич В.И. 2000. Мелколиственные леса Северо-Запада Европейской России: циклы растительных ассоциаций. – Бот. журн. 85(2): 46–53.
- [Vasilevich, Bibikova] Василевич В.И., Бибикина Т.В. 2001. Широколиственные леса северо-запада Европейской России. – Бот. журн. 86(7): 88–101.
- [Volkova] Волкова Е.А. 2011. Лесная растительность. – В кн.: Природа Сестрорецкой низины. СПб. С. 116–123.
- [Volkova et al.] Волкова Е.А., Макарова М.А., Храмов В.Н. 2007. Приморская растительность. – В кн.: Природная среда и биологическое разнообразие архипелага “Березовые острова” (Финский залив). СПб. С. 117–135.
- [Volkova et al.] Волкова Е.А., Смагин В.А., Храмов В.Н. 2021. Сообщества с *Myrica gale* L. на болотах побережья Финского залива (Санкт-Петербург и Ленинградская область). – Растительность России. 41: 58–74. <https://doi.org/10.31111/vegus/2021.41.58>
- [Volkova, Khrantsov] Волкова Е.А., Храмов В.Н. 2005. Леса. – В кн.: Юнтоловский региональный комплексный заказник. СПб. С. 61–72.
- [Volkova, Khrantsov] Волкова Е.А., Храмов В.Н. 2020. Растительность. – В кн.: Природа заказника “Северное побережье Невской губы”. СПб. С. 33–59.
- [Volkova, Khrantsov] Волкова Е.А., Храмов В.Н. 2021. Растительность. – В кн.: Природа Западного Котлина. СПб. С. 25–50.

[Vorontsova et al.] Воронцова Л.И., Васильева В.Д., Кулиев А.Н., Ломакина К.А. 1988. Задачи классификации редких растительных сообществ в связи с их охраной. – Бот. журн. 73(5): 733–740.

[Zakon...] Закон Санкт-Петербурга от 25.06.2014 № 421-83 (в ред. от 22.07.2020): О перечне участков территорий, в отношении которых предполагается провести комплексные экологические обследования.

<https://docs.cntd.ru/document/537957794> (дата обращения: 01.12.2023)

[Zdobin, Semenova] Здобин Д.Ю., Семенова Л.К. 2010. Физико-механические свойства пылеватых грунтов озерно-ледниковых отложений Санкт-Петербурга. – Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2: 154–160.

## RARE PLANT COMMUNITIES IN ST. PETERSBURG VEGETATION COVER

S. D. Ozerova<sup>1, \*</sup>, E. S. Derkach<sup>1, 2</sup>, E. A. Volkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS

Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg State University

Universitetskaya Emb., 7–9, St. Petersburg, 199034, Russia

\*e-mail: svetluna96@gmail.com

St. Petersburg is the largest city in the world north of 60° N. Urban areas neighbor on relatively undisturbed sites with natural south taiga landscapes (about 30% of the city area). The conventionally primary vegetation is represented by spruce, pine and black alder forests, different types of bogs, maritime meadows, coastal-aquatic vegetation. Secondary vegetation includes small-leaved forests and upland meadows.

For many years, comprehensive environmental surveys of the city territories have been carried out in St. Petersburg in order to justify the feasibility of creating natural protected areas there. Currently, there are 17 protected areas of regional status in St. Petersburg with a total area of 92 km<sup>2</sup>. Another 17 territories (about 70 km<sup>2</sup>) have been surveyed and recognized as having a high conservation value. One of the tasks of geobotanical research is to identify plant communities rare in the city and needing protection. The existence of these communities is due to a number of factors related to the geographical location and history of the city's development. The conservation value of communities The communities conservation value is based on their rarity and is determined by a number of criteria. Based on these criteria, four categories are proposed: floristic (dominance of a rare species), structural (combinations of structural components formed by species with contrasting ecological-coenotic characteristics), ecotopic (presence of rare ecotopic conditions), rare communities (encountered 1 to 3 times over the entire research).

Totally, more than twenty types of rare communities have been identified. The first category includes communities with the species listed in the Red Book of St. Petersburg – *Myrica gale*, *Viola uliginosa* and *Euphorbia palustris*. The second category includes forest communities of Kotlin Island with structural features of the lower layers. The third, largest category includes small-leaved nemoral forb forests, maritime meadows, extrazonal broad-leaved forests and hazel bushes. Their existence is determined by rare ecotopic conditions, which depend on the coastal position and geological and geomorphological features of the city. The fourth category includes old-growth spruce forests, plant communities with rare species *Equisetum hiemale* and *Carex brizoides*, and unique for the city ridge-hollow-lake complex on the Sestroretskoye bog.

The location within the city, characteristic habitats and dominants of the layers are described for each community. For many types of communities, tables with relevés are provided.

**Keywords:** criteria of community rarity, natural protected areas, St. Petersburg

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Vladimir Nikolaevich Khrantsov for participation in the collecting and processing geobotanical data and for assistance in preparing the article. The authors also would like to thank their colleagues Grigorii Anatol'yevich Isachenko and Andrei Il'ich Reznikov for their landscape research materials.

The study was carried out within the framework of the state assignment № 121032500047-1 "Vegetation of European Russia and Northern Asia: diversity, dynamics, principles of organization" of the Komarov Botanical Institute RAS.

## REFERENCES

- Antipin V.K. 2009. A variety marsh biota national park "Vodlozersky". – Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii. 18(4): 86–94 (In Russ.).
- Atlas osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy Sankt-Peterburga. 2016. [Atlas of specially protected natural territories of St. Petersburg] St. Petersburg. 176 p. (In Russ.).
- Atlas sosudistyykh rasteniy Severo-Zapada evropeyskoy chasti Rossii. Vol. 1. 2021 [Atlas of vascular plants of the North-West of the European part of Russia]. Moscow. 296 p. (In Russ.).
- Bibikova T.V. 1998. Classification of aspen forests in North-West of Russia. – Bot. Zhurn. 83(3): 48–57 (In Russ.).
- Bibikova T.V., Volkova E.A., Khrantsov V.N. 2006. Vegetation. – In: Duderhof heights – complex natural reserve. St. Petersburg. P. 29–53 (In Russ.).
- Botch M. 1990. Aapa-mires near Leningrad at the southern limit of their distribution. – Ann. Bot. Fenn. 27(3): 281–286.
- Bulokhov A.D., Radygina V.I. 2012. Communities with *Carex brizoides* L. on east limit of the area. The Bryansk State University Herald. 4(2): 113–116 (In Russ.).
- Bulokhov A.D., Solomeshch A.I. 2003. Ekologo-floristicheskaya klassifikatsiya lesov Yuzhnogo Nechernozem'ya Rossii [Syntaxonomy of forests of Russian South Nechernosemie]. Bryansk. 359 p. (In Russ.).
- Field geobotany. Vol. 3. 1964. Moscow; Leningrad. 530 p. (In Russ.).
- Geological atlas of St. Petersburg. 2009. St. Petersburg. 57 p. (In Russ. and Engl.).
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A.A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. Arctoa. 15: 1–130 (In Russ.). <https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- Ipatov V.S., Mirin D.M. 2008. Opisanie fitotsenoza [Phytocoenosis description]. St. Petersburg. 71 p. (In Russ.).
- Isachenko G.A. Physical-geographic description of the natural environment. – In: Nature of the reserve "Severnoe Poberezhye Nevskoy Guby". St. Petersburg. P. 5–9 (In Russ.).
- Isachenko G.A. 2006. Physical-geographic description. – In: Duderhof heights – complex natural reserve. St. Petersburg. P. 5–8 (In Russ.).
- Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii. Rasteniya i griby. 2008 [Red data book of the Russian Federation. Plants and fungi]. Moscow. 855 p. (In Russ.).
- Krasnaya kniga Sankt-Peterburga. 2018 [Red data book of Saint Petersburg]. St. Petersburg. 568 p. (In Russ.).
- Krestov P.V., Verkholat V.P. 2003. Rare Plant Communities of Amur Region. Vladivostok. 200 p. (In Russ.). <https://doi.org/10.13140/2.1.3110.1128>
- Krylov A.G. 1982. Kategorii redkikh rastitel'nykh soobshchestv [Categories of rare plant communities]. – Okhrana rastitel'nykh soobshchestv redkikh i nakhodyashchikhsya pod ugrozoi ischeznoeniya ekosistem. Mater. I Vsesoyuzn. konf. po ohrane redkikh rastit. soobshchestv. P. 12–14 (In Russ.).
- Kucherov I.B. 2017. Shifts in ecological and phytocoenotical behavior of *Molinia caerulea* (Poaceae). – Bot. Zhurn. 102(11): 1475–1503 (In Russ.).
- Lavrenko E.M. 1971. Ob okhrane botanicheskikh ob'ektov SSSR [On protection of botanical sites of the USSR]. – Voprosy okhrany botanicheskikh ob'ektov. Leningrad. P. 6–13 (In Russ.).
- Levichev I.G., Krasovskaya L.S. 1982. O kriteriyakh redkosti soobshchestv [On criteria of community rarity]. – Okhrana rastitel'nykh soobshchestv redkikh i nakhodyashchikhsya pod ugrozoy ischeznoeniya ekosistem. Mater. I Vsesoyuzn. konf. po ohrane redkikh rast. Soobshchestv. P. 14–15 (In Russ.).
- Liksakova N.S., Sorokina I.A. 2017. Rare plant communities of the planned protected areas in the east of the Leningrad region. – Bot. Zhurn. 102(2): 232–248 (In Russ.).
- Martynenko V.B., Mirkin B.M., Baisheva E.Z., Muldashev A.A., Naumova L.G., Shirokih P.S., Yamalov S.M. 2015. Green data books: concepts, experience, and perspectives. – Uspekhi sovremennoy biologii. 135(1): 40–51 (In Russ.).
- Metody izucheniya lesnykh soobshchestv. 2002 [Methods of forest community studies]. St. Petersburg. 240 p. (In Russ.).
- Smagin V.A. 2008. The union of Caricion davallianae in the North-West of European Russia. – Bot. Zhurn. 93(7): 1029–1082 (In Russ.).
- Smagin V.A. 2011. Paludal vegetation. – In: Nature of the Sestroretskaya lowland. St. Petersburg. P. 91–115 (In Russ.).
- Stoiko S.M. 1983. Ecological bases of conservation of rare, unique and typical phytocoenosis. – Bot. Zhurn. 68(11): 1574–1583 (In Russ.).
- Survey of biologically valuable forests in North-Western European Russia. Vol. 1. Method of survey and mapping. 2009. St. Petersburg. 238 p. (In Russ.).

- Thi Anh Tuyet Duong, Neshataev V.Yu., Neshataeva V.Yu. 2019. Forest site types of the Saint-Petersburg area. – IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 316: 012067.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/316/1/012067>
- Tzvelev N.N. 2000. Manual of the vascular plants of North-West Russia (Leningrad, Pskov, Novgorod provinces). St. Petersburg. 781 p. (In Russ.).
- Vasilevich V.I. 1996. Upland birch forests in North-West of European Russia. – Bot. Zhurn. 81(11): 1–13 (In Russ.).
- Vasilevich V.I. 1998. White alder forests in European Russia. – Bot. Zhurn. 83(8): 28–42 (In Russ.).
- Vasilevich V.I. 2000. Deciduous secondary forests in North-West part of European Russia: cycles of plant associations. – Bot. Zhurn. 85(2): 46–53 (In Russ.).
- Vasilevich V.I., Bibikova T.V. 2001. Nemoral forests in North-West of European Russia. 1. Oak forests. – Bot. Zhurn. 86(7): 88–101 (In Russ.).
- Volkova E.A. 2011. Forests. – In: Nature of the Sestroretskaya lowland. St. Petersburg. P. 116–123 (In Russ.).
- Volkova E.A., Khramtsov V.N. 2005. Forests. – In: Yuntolovskiy regional complex natural reserve. St. Petersburg. P. 61–72 (In Russ.).
- Volkova E.A., Khramtsov V.N. 2020. Vegetation. – In: Nature of the reserve “Severnoe Poberezhye Nevskoy Guby”. St. Petersburg. P. 33–59 (In Russ.).
- Volkova E.A., Khramtsov V.N. 2021. Vegetation. – In: Nature of Zapadny Kotlin. St. Petersburg. P. 25–50 (In Russ.).
- Volkova E.A., Makarova M.A., Khramtsov V.N. 2007. Littoral vegetation. – In: Environment and biological diversity of Berezovye Islands archipelago (The Gulf of Finland). St. Petersburg. P. 117–135 (In Russ.).
- Volkova E.A., Smagin V.A., Khramtsov V.N. 2021. Communities with *Myrica gale* L. in mires of the Gulf of Finland coast (St. Petersburg and Leningrad Region). – Rastitel'nost' Rossii. 41: 58–74.  
<https://doi.org/10.31111/vegrus/2021.41.58> (In Russ.)
- Vorontsova L.I., Vasil'eva V.D., Kuliev A.N., Lomakina K.A. 1988. The aim of rare plant community classification in connection with their protection. – Bot. Zhurn. 73(5): 733–740 (In Russ.).
- Zakon Sankt-Peterburga ot 25.06.2014 № 421-83 (v red. ot 22.07.2020): O perechne uchastkov territorii, v otnoshenii kotorykh predpolagaetsya provesti kompleksnye ekologicheskie obsledovaniya [Law of St. Petersburg of 25.06.2014 No. 421-83 (as amended on 22.07.2020): On the territories areas list in respect of which it is planned to carry out comprehensive environmental surveys]  
<https://docs.cntd.ru/document/537957794> (accessed: 01.12.2023) (In Russ.)
- Zdobin D.Yu., Semenova L.K. 2010. Physico-mechanical properties of lacustrine-glacial silt deposits. – Geokologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2: 154–160 (In Russ.).

## *PULSATILLA VULGARIS* (RANUNCULACEAE) CONSERVATION IN RUSSIA: HABITAT MANAGEMENT TO ENHANCE THE ONLY POPULATION

I. A. Sorokina<sup>1, 2, \*</sup>, E. A. Volkova<sup>1, \*\*</sup>, V. N. Khrantsov<sup>1</sup>, A. V. Philippova<sup>1</sup>, A. V. Leostrin<sup>1, 2, \*\*\*</sup>,  
L. V. Gagarina<sup>1</sup>, D. E. Himelbrant<sup>1, 2</sup>, E. M. Koptseva<sup>2</sup>, L. E. Kurbatova<sup>1</sup>, I. S. Stepanchikova<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS Prof. Popova Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg State University Universitetskaya Emb., 7–9, St. Petersburg, 199034, Russia

\*e-mail: sorokina-irina10@yandex.ru

\*\*e-mail: evolkova305@gmail.com

\*\*\*e-mail: aleostrin@binran.ru

Received 18.01.2024

Revised 05.08.2024

Accepted 10.09.2024

*Pulsatilla vulgaris* is one of the rarest vascular plant species in Russia. In the Red Data Book of the Russian Federation, it is classified as critically endangered (category 1). The only population of *P. vulgaris* in Russia is known from the Leningrad Region and it is rapidly declining. The analysis of the population ontogenetic structure demonstrates low level of the population self-sustainment due to lack of seed reproduction. One of the factors that prevent *P. vulgaris* generative reproduction is the biotope transformation caused by succession. Typical habitats of *P. vulgaris* are heaths, sparse and low pine forests, dry low-grass meadows and pastures. Successful seed reproduction of the species requires the factors that inhibit woody vegetation development and lead to the damage of dense ground cover and soil (i.e. moderate grazing, weak ground fires etc.). To avoid a complete loss of the species in Russia, artificially damaged sites suitable for successful seed regeneration of *P. vulgaris* were formed in 2020–2021 in “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area (Leningrad Region, Volkhovskiy District). Trees uprooting, grass vegetation removal or damage, soil damage were performed to form exposed and well-warmed sites with sparse vegetation ground cover. These measures have significantly increased germination capacity of the seeds on the managed plots compared to the left untreated (control) areas. Over a two-year period, the population of *P. vulgaris* has increased by more than 10%. The success of the measures applied allows to recommend them for the restoration of rare and highly specialized species populations growing in similar habitats.

**Keywords:** rare species, age structure, ecological restoration, seed regeneration effectiveness, species population decline, Leningrad Region

**DOI:** 10.31857/S0006813624090068 **EDN:** PABYDD

One of the most serious threats to biodiversity today is the loss or degradation of some habitats suitable for rare and highly specialized vascular plant species (Leimu et al., 2006; Fischer, Lindenmayer, 2007).

In the Leningrad Region, such losses happen as a result of economic development (deforestation, peatlands mining, wetlands drainage, etc.) and changes in traditional agricultural land use. Among the habitats that we lose due to changes in rural life there are the old continental

dunes – prevalent close to the Volkhov River mouth and the only known habitat of the protected species *Pulsatilla vulgaris* Mill. (Ranunculaceae) in Russia.

To preserve the specific natural complexes along the Volkhov River (Leningrad Region, Volkhovskiy District, coordinates: 60°5'52.9"N, 32°19'20.5"E) the “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area (Sorokina, 2019) was established in 2016. The protected area (hereinafter “PA”) consists of three cluster sites: “Yushkovo” (10.5 ha), “Berezye 1”

(18.8 ha), and “Berezye 2” (3.9 ha). Among the goals of the PA creation are (i) protection of *Pulsatilla vulgaris* population, (ii) conservation of dune pine forests, heathlands and dry meadows with coastal and southern pine forest species, (iii) conservation of rare and endangered species of animals and plants associated with these habitats. However, the established conservation regime preventing any vegetation and soil disturbance, as observed in recent years, is not sufficient to maintain the *P. vulgaris* population, since the species has been declining in number due to the natural transformation of the open dunes into young pine stands.

The range of *Pulsatilla vulgaris* s.l. covers Western, Central, Eastern Europe and also Southern Scandinavia: the plant is known from UK, France, Belgium, Switzerland, Austria, Germany, Poland, Czech Republic, Slovenia, Croatia, Slovakia, Hungary, Romania, Moldova, Ukraine, as well as from Southern Sweden, Finland, and Denmark (Walker, 2011; GBIF, 2021); there is evidence of a single species finding in Norway (Flora Nordica, 2001).

Due to a high degree of *Pulsatilla vulgaris* polymorphism, which is particularly evident between plants of small and isolated populations, there is no clear resolution on intraspecific delimitation of this taxon based on morphological features (Flora Europaea, 1993). Currently, three subspecies of *P. vulgaris* (Flora Europaea, 1993; Walker, 2011) are usually distinguished, geographically replacing each other. When moving from west to east, *P. vulgaris* subsp. *vulgaris* distributed from the United Kingdom and France in the west to Sweden and Norway in the north and western borders of Poland in the east, is gradually replaced by *P. vulgaris* subsp. *grandis* (Wender.) Zämelis, represented in Central and Eastern Europe (Austria, Germany, Slovenia, Hungary, Romania, Slovakia, Czech Republic, Ukraine, Moldova, etc.) (Walker, 2011). *P. vulgaris* subsp. *gotlandica* Zämelis et Paegle is found only on Gotland in Sweden, while *P. vulgaris* subsp. *vulgaris* is known from mainland Sweden (Mossberg, Stenberg, 2005). Plants of a small population represented in the Leningrad Region, Russia, which have been geographically isolated for a long time, morphologically correspond to the diagnostic features of the type subspecies, *P. vulgaris* subsp. *vulgaris* (Tzvelev, 1976).

The species is listed in the Red Data Book of the Russian Federation (2008) as “critically endangered” (category 1). It is known from the only locality in the Leningrad Region which is far away from the main geographic range of the species.

According to our observations, the size of *Pulsatilla vulgaris* population in the Volkhov River lower course

has significantly decreased during the last years. In the Red Data Book of the Russian Soviet Federative Socialist Republic (1988) and the Red Data Book of the Leningrad Region nature (2000), there is information about 80–250 *P. vulgaris* individuals in the dune pine forests on the left bank of the Volkhov River (at present, “Yushkovo” cluster site). At the same time, it was mentioned that there were no young individuals in the population despite the fact that the plants produced viable seeds (Red..., 1988). According to the data of the quantitative field surveys carried out in 1998–1999 (Sorokina, 2000) and in 2005 (Sorokina, 2008), there were at least 10–15 thousand individuals in the population of *P. vulgaris* on the right side of the river (now “Berezye 1” and “Berezye 2” cluster sites). Besides, in 2005 the species was reported to play a significant role within various plant communities such as heathlands and dry low-grass meadows, sometimes being a co-dominant (Volkova, 2014). On the left side of the Volkhov River, no more than 30 plants had remained by 2005.

In 2019, only about 1300 individuals of *Pulsatilla vulgaris* were recorded from “Berezye 1” and “Berezye 2” cluster sites of the “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area. In addition, about 1000–1200 plants grew outside of the PA borders, namely on the territory of the abandoned military unit, adjacent to the “Berezye 2” cluster site from the south. In this area, there are highly transformed ruderal habitats situated between the ruins of military buildings. In “Yushkovo” cluster site, which is bordered to Novaya Ladoga town and subjected to high anthropogenic press, single plants were noted in 2014.

Thus, the population of *Pulsatilla vulgaris* is declining dramatically in the Leningrad Region – from 10–15 thousands of individuals in 2005 to 2.5–3 thousands in 2019. The total area occupied by the species population is currently no more than 9.8 hectares. The risk of extinction of such small and isolated population is very high due to specific environmental requirements and the absence of genetic exchange (Fischer, Stöcklin, 1997; DiLeo et al., 2017; Gargiulo et al., 2019).

It is important to note that the populations and localities of *Pulsatilla vulgaris* s.l. are declining throughout its geographic range. The species (or its subspecies) is redlisted in the United Kingdom, Sweden, Austria, Switzerland, Germany, Slovakia, Ukraine and some other countries. In the United Kingdom only, the number of localities has reduced from 130 in 1750 to 17 today (Wells, Barling, 1971; Walker, Pinches, 2011). In Austria, 9 of the 32 known localities have disappeared during a short period from 1991 to 2005 (Essl, 2005). In the southern

part of Finland where the species was recorded in the first half of the 20th century, it has become extinct (Ketokylmäkukka, 2021). In Poland, the last finding of the species in nature dates no later than 1930 (Wójtowicz, 2001); during the 20th century the species was also extinct in the Netherlands (Walker, 2011).

Such rapid losses are associated with both direct destruction of habitats (through urbanization, development, intensive agriculture) and decrease of moderate grazing pressure on the biotopes which are the species habitats (Walker, Pinches, 2011; DiLeo et al., 2017). Woody heaths, sparse pine forests, low-grass meadows and pastures on sandy or calcareous soils are typical *Pulsatilla vulgaris* habitats within most of its range in Western, Central, and Eastern Europe (Wells, Barling, 1971). High level of light intensity, low abundance of tall forbs and grasses, absence of thick turf, leaf litter and thick moss and lichen coverage are the mandatory habitat characteristics for long-existing species populations (Wells, Barling, 1971; Walker, Pinches, 2011).

Decrease of grazing as well as disappearance of the other factors that prevent forest regeneration on the heathlands lead to the shifts of open biotopes to high-grass communities, followed by wooded areas and then by closed forests (Vasilevich, 2008). Successions are the main cause of the *Pulsatilla vulgaris* extinction in many previously known European localities (Essl, 2005; Hensen et al., 2005). Experimental shading had a significant negative impact on the plants survival and flowering (Walker, Pinches, 2011). *P. vulgaris* disappearance from the communities which have been changed during the successions is determined by competition for light from taller herbaceous plants (Online Atlas..., 2022), and also by formation of thick moss and lichen cover preventing seed reproduction.

The biological features of *Pulsatilla vulgaris* seed germination is one of the additional causes for the species reduction in the northern parts of its range where heat resources are limited. According to experimental data (Butuzova, 2018), *P. vulgaris* seeds germinate at relatively high temperatures (about 23°C). In addition, *P. vulgaris* seeds undergo a process of prior development before germination that lasts for 17–18 days at temperatures of 20–22°C. Seed germination at optimal temperature takes 24–60 days (Pereboychuk, 2016; Butuzova, 2018). The experiment shows that even though the rate of germinated seeds is sufficiently high (92%), the survival rate is much lower (25%): seedlings loss is determined by the influence of both biotic and climatic factors (Butuzova, 2018). Soil moisture is crucial to the success of the plants rooting:

seedlings survive only in wet summers (Walker, 2011). The combination of low survival rate and extremely slow growth of the seedlings results in *P. vulgaris* relatively poor seed reproduction efficiency.

Considering the high risk of degradation and possible eventual extinction of the only *Pulsatilla vulgaris* population in Russia, the main goal of our research is to develop a conservation strategy for this population. The objectives of our research are: (i) to identify causes of the population decline, (ii) to develop scientific and practical measures to maintain the population and increase it in number, (iii) to implement activities aimed at management of the biotopes which are the species habitats, (iv) to create sites suitable for the species successful seed reproduction.

In European countries, ecological restoration of endangered habitats is a widely accepted method to ensure maintenance of rare taxa populations including species of *Pulsatilla* (Langenauer, Keel, 2004; Piqueray et al., 2013). But in Russia the method is still not common. Our work on biotope management is one of the first in the country.

## MATERIALS AND METHODS

**Study area.** The areas near the Volkhov River mouth, that are parts of “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area and the only known *Pulsatilla vulgaris* locality in Russia, are situated within the boundaries of Priladozhskaya Lowland. Priladozhskaya Lowland landscapes were being formed during the Holocene under the influence of the changing shape of Ladoga Lake (Kvasov, 1974). They acquired their present form only about 2.0–2.5 thousand years ago as a result of sequence of Ladoga Lake regressions and transgressions. For a long time, sandy coastal ridges of the Volkhov River and small relic dunes with poor soil cover were the habitat of the whole complex of rare vascular plant species, such as *P. vulgaris*, *Armeria maritima* (Mill.) Willd., *Botrychium matricariifolium* (Retz.) A. Braun ex W.D.J. Koch, *Helictochloa pratensis* (L.) Romero Zarco, *Rosa mollis* Sm., *Silene tatarica* (L.) Pers., etc. (Sorokina, 2008) (hereinafter, the names of vascular plant taxa are given mainly according to POWO (2023), of bryophytes – according to the “Check-list of mosses of East Europe and North Asia” (Ignatov et al., 2006) and of lichens – according to the latest summary for Fennoscandia (Westberg et al., 2021)).

Till the end of the 20th – beginning of the 21st century, these lands were involved in traditional agriculture – both for grazing and for cattle movements from the nearby villages of Nemyatovo and Berezye to the meadows and forest pastures adjacent to the open woodlands and sparse pine

forests. In addition, in the second half of the 20th century, the sand dunes were constantly subjected to mechanical disturbance caused by trainings of the military personnel from the neighboring military base. In the plant communities, the richness of herbaceous plant species was relatively high for such habitats in Northwestern European Russia (12–15 species per  $2 \times 2$  m plot). Among the herbaceous plants, a group of psammophyte species, typical of more southerly pinewood and sandy habitats stood out: *Armeria maritima*, *Festuca trachyphylla* (Hack.) Hack., *Potentilla inclinata* Vill., *Scleranthus perennis* L., *Thymus serpyllum* L. The unique characteristic of the heathland communities was *Pulsatilla vulgaris* that sometimes dominated (15–20% of cover). Among permanent species of these communities, *Artemisia campestris* L., *Carex ericetorum* Pollich, *Festuca ovina* L. were abundant, while the species like *Calamagrostis meinshausenii* (Tzvelev) Vilyasoo, *Linaria vulgaris* Mill., *Solidago virgaurea* L., *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Sedum acre* L. were less abundant but still permanent. Moss and lichen layer was formed by common species: *Niphotrichum canescens* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra (*Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.), *Polytrichum piliferum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Dicranum polysetum* Sw., *Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch., *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Cladonia* spp. The cover of mosses and lichens was 60–70%.

At the beginning of the 21st century, human activity leading to vegetation and soil cover disturbance of the heaths inhabiting old continental dunes (Fig. 1) gradually decreased: local residents stopped keeping cattle and the military unit was disbanded. Along with a significant decrease of spring grass fires this led to the overgrowing of the heaths, development of young pine forests (Fig. 2) and the reduction of the biotopes suitable for the specialized vascular species survival. If before 1998–2005 it was still possible to find sites of exposed poorly fixed sands with non-closed vegetation on the study area, by 2020 such sites were fixed by vegetation and the dunes and sand terraces became covered to a large extent by pine forests.

Dune stabilization and successions are accompanied by nitrogen accumulation and decrease in the calcium content in the soil (Management..., 2008), that determines the changes in species composition of the communities of overgrowing open woodlands. In 2021, *Pulsatilla vulgaris* was recorded in very small numbers in open woodlands. *Avenella flexuosa* (L.) Drejer became the main dominant of the herb layer; in some communities it covers up to 75%. The number of herb species in the communities decreased down to 7–9 for a plot of  $2 \times 2$  m. Gradual changes of environmental conditions during successions

led to decrease in number or disappearance of some xeromesophytic species (such as *Armeria maritima*, *Herniaria glabra* L., *Festuca trachyphylla*, *Potentilla inclinata*, *Scleranthus perennis*, *Silene tatarica*, *Thymus serpyllum*, etc.). The cover of mosses and lichens reached up to 90% in some communities. Shading caused by the pine crowns closing led to the extinction of most *Juniperus communis* L. individuals, previously abundantly grown on the heathlands.

During the succession, the meadow communities on the coastal ridges of the Volkhov River in the southern part of the territory (the cluster site “Berezye 2”), which are also the habitat of *Pulsatilla vulgaris*, were transformed as well. There, on the sod sandy soils, sometimes with a buried massive humus horizon, the communities with rich species composition, counting both common meadow species and psammophytic ones (including coastal) were formed. Among the meadow communities, small areas on the coastal ridge are occupied by the communities with dominance of *Helictochloa pratensis*, rare and protected species in the Leningrad Region. The composition of these communities changed significantly over the past 15 years. The cover of the main dominant *Helictochloa pratensis* has decreased from 40% to 15–20%. Like on the dunes, the participation of *Avenella flexuosa* and other grasses (*Agrostis capillaris* L., *Calamagrostis meinshausenii*, *Festuca ovina*) has significantly increased. *Pulsatilla vulgaris* cover in such communities in the early 2000s ranged from 10 to 20%, and currently it is 5%. Such species as *Armeria maritima*, *Silene tatarica*, *Thymus serpyllum* have disappeared from the communities.

Almost complete loss of the open habitats in “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area as a result of heathland shifts to meadows of perennial grasses and dense moss and lichen carpets accompanied by the following forest regeneration have determined the need to develop measures to manage and maintain the habitats suitable for *Pulsatilla vulgaris* survival and generative reproduction.

**Population structure analysis.** 12 control plots were fixed in 2020 to assess the effectiveness of *Pulsatilla vulgaris* seed reproduction and to carry out long-term observations of changes in the species abundance due to succession shifts. The plots  $2 \times 2$  m were allocated in the areas that were not involved in the restoration activities, and were characterized by a maximum number of *P. vulgaris* generative plants at the time of the research: six plots (C1–C6) were chosen outside the “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area in the territory of the abandoned military unit adjacent to the PA southern boundaries, and the other six plots (C7–C12) were chosen within the PA boundaries (Table



**Fig. 1.** Chains of dunes in the northwestern part of “Berezye 1” cluster site (September 2005). Photographer: V.N. Khramtsov.  
**Рис. 1.** Дюнные гряды в северо-западной части кластерного участка “Березье 1” (сентябрь 2005 г.). Фотограф: В.Н. Храмцов



**Fig. 2.** Young pine forest on the dune chains replaced heathland in the course of succession, northwestern part of “Berezye 1” cluster site (May 2020). Photographer: I.A. Sorokina.  
**Рис. 2.** Молодой сосновый лес на дюнных грядах, сменивший в ходе сукцессии бортовую пустошь в северо-западной части кластерного участка “Березье 1” (май 2020 г.). Фотограф: И.А. Сорокина

1). These two groups of plots have significant differences in the intensity and age of anthropogenic disturbances of vegetation and soil cover. The pH of sandy soil on the control plots varies from slightly acidic to neutral (Table 1). Within the PA, significant impacts such as grazing and military exercises were stopped no later than in 2005–2007 (and since 2017 the area is strictly protected), while on the territory of the abandoned military unit extensive disturbances of soil and vegetation continued until recently. Only one of the control plots (C9) within the PA is now subjected to a significant disturbing impact as it is situated close to the trail and near a resting place of anglers and tourists.

On the control plots, we described vegetation, assessed the number, density and ontogenetic structure of *Pulsatilla vulgaris* population. The age stages of plant individuals were classified according to the system proposed by V.I. Simachyov (1978) for *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill.

We analysed the ontogenetic structure of *P. vulgaris* population using index of agenes (Uranov, 1975):

$$\Delta = \frac{\sum k_i \times m_i}{N},$$

$k_i$  – the number of individuals in  $i$ -th ontogenetic group,  $m_i$  – agenes of one individual in  $i$ -th ontogenetic group,  $N$  – the number of all individuals.

To estimate the mean value of energy efficiency of a population (Zhivotovskiy, 2001) we calculated the efficiency index ( $\omega$ ) using the following formula:

$$\omega = \frac{\sum n_i e_i}{\sum n_i},$$

$n_i$  – the number of individuals in  $i$ -th ontogenetic group,  $e_i$  – the efficiency of energy consumption by the plants at the  $i$ -th stage relative to that at the  $g_2$  stage (Zhivotovskiy, 2001),  $\sum n_i$  – the number of all individuals.

We used the index of regeneration ( $I_{reg}$ ) and the index of replacement ( $I_{rep}$ ) (Zhukova, 1987) to predict the population number dynamics.

The index of regeneration ( $I_{reg}$ ) shows the number of pregenerative plants per one generative individual:

$$I_{reg} = \frac{j + im + v}{g_1 + g_2 + g_3},$$

$j, im, v, g_1, g_2, g_3$  – the number of plants in corresponding ontogenetic groups.

The index of replacement ( $I_{rep}$ ) shows the number of offspring plants per one adult individual:

$$I_{rep} = \frac{j + im + v}{(g_1 + g_2 + g_3) + (s + ss + sc)},$$

**Table 1.** Main coenotic and environmental characteristics of the control plots**Таблица 1.** Основные ценотические и экологические характеристики контрольных площадок

Plot Площадка	Vegetation Растительность	pH of soil solution pH почвенного раствора
C1	Grass-herb meadow. Grass cover 75%, moss cover <1%, lichen cover <1%. Number of species – 33. Most abundant: <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Avenula pubescens</i> Злаково-разнотравный луг. Травяной покров 75%, моховой покров <1%, лишайниковый покров <1%. Количество видов – 33. Наиболее обильные: <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Avenula pubescens</i>	6.42
C2	Moss-herb heathland. Grass cover 30%, moss cover 21%, lichen cover 6%. Number of species – 38. Most abundant: <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Carex ericetorum</i> , <i>Viscaria vulgaris</i> , <i>Abietinella abietina</i> , <i>Brachythecium albicans</i> Мохово-разнотравная пустошь. Травяной покров 30%, моховой покров 21%, лишайниковый покров 6%. Количество видов – 38. Наиболее обильные: <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Carex ericetorum</i> , <i>Viscaria vulgaris</i> , <i>Abietinella abietina</i> , <i>Brachythecium albicans</i>	7.07
C3	Fescue-herb meadow. Grass cover 70%, moss cover 7%, lichen cover 1.5%. Number of species – 36. Most abundant: <i>Festuca ovina</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Hieracium umbellatum</i> , <i>Pilosella officinarum</i> Овсяницево-разнотравный луг. Травяной покров 70%, моховой покров 7%, лишайниковый покров 1.5%. Количество видов – 36. Наиболее обильные: <i>Festuca ovina</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Hieracium umbellatum</i> , <i>Pilosella officinarum</i>	6.01
C4	Moss-fescue-herb heathland with sparse pine undergrowth; height – 2.5 m. Grass cover 50%, moss cover 35%, lichen cover 1.5%. Number of species – 35. Most abundant: <i>Viscaria vulgaris</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Brachythecium albicans</i> Мохово-овсяницево-разнотравная пустошь с редким подростом сосны; высота 2.5 м. Травяной покров 50%, моховой покров 35%, лишайниковый покров 1.5%. Количество видов – 35. Наиболее обильные: <i>Viscaria vulgaris</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Brachythecium albicans</i>	5.92
C5	Herb-moss heathland with aspen undergrowth ( <i>Populus tremula</i> ); height – 0.1–0.6 m. Grass cover 45%, moss cover 60%, lichen cover 1%. Number of species – 34. Most abundant: <i>Abietinella abietina</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Festuca ovina</i> Разнотравно-моховая пустошь с подростом осины ( <i>Populus tremula</i> ); высота – 0.1–0.6 м. Травяной покров 45%, моховой покров 60%, лишайниковый покров 1%. Количество видов – 34. Наиболее обильные: <i>Abietinella abietina</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Festuca ovina</i>	6.92
C6	Herb-moss heathland with aspen undergrowth ( <i>Populus tremula</i> ); height – 0.1–0.8 m. Grass cover 30%, moss cover 35%, lichen cover 3%. Number of species – 30. Most abundant: <i>Abietinella abietina</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Thymus serpyllum</i> Разнотравно-моховая пустошь с подростом осины; высота – 0.1–0.8 м. Травяной покров 30%, моховой покров 35%, лишайниковый покров 3%. Количество видов – 30. Наиболее обильные: <i>Abietinella abietina</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Thymus serpyllum</i>	6.16
C7	Herb-grass meadow. Grass cover 75%, moss cover 20%. Number of species – 25. Most abundant: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Helictochloa pratensis</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Brachythecium albicans</i> Разнотравно-злаковый луг. Травяной покров 75%, моховой покров 20%. Количество видов – 25. Наиболее обильные: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Helictochloa pratensis</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Brachythecium albicans</i>	5.89
C8	Grass-herb meadow. Grass cover 60%, moss cover 25%. Number of species – 24. Most abundant: <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Knautia arvensis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Brachythecium salebrosum</i> Злаково-разнотравный луг. Травяной покров 60%, моховой покров 25%. Количество видов – 24. Наиболее обильные: <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Knautia arvensis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Brachythecium salebrosum</i>	5.70

**Table 1.** Continue  
**Таблица 1.** Продолжение

Plot Площадка	Vegetation Растительность	pH of soil solution pH почвенного раствора
C9	Moss-dwarf shrub-herb heathland. Grass cover 22%, dwarf shrub cover 13.5%, moss cover 10%, lichen cover 8%. Number of species – 34. Most abundant: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Cetraria islandica</i> Мохово-кустарничково-разнотравная пустошь. Травяной покров 22%, кустарничковый покров 13.5%, моховой покров 10%, лишайниковый покров 8%. Количество видов – 34. Наиболее обильные: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Cetraria islandica</i>	5.30
C10	Heath-herb-moss heathland. Grass cover 24%, dwarf shrub cover 20%, moss cover 30%, lichen cover <1%. Number of species – 19. Most abundant: <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Melampyrum pratense</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> Вересково-разнотравно-моховая пустошь. Травяной покров 24%, кустарничковый покров 20%, моховой покров 30%, лишайниковый покров <1%. Количество видов – 19. Наиболее обильные: <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Melampyrum pratense</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	5.01
C11	Fescue-lichen-moss heathland with sparse pine undergrowth ( <i>Pinus sylvestris</i> ); height – 0.2 m. Grass cover 10%, moss cover 20%, lichen cover 10%. Number of species – 25. Most abundant: <i>Niphotrichum canescens</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Festuca ovina</i> Овсяницево-лишайниково-моховая пустошь с редким подростом сосны. Высота – 0.2 м. Травяной покров 10%, моховой покров 20%, лишайниковый покров 10%. Количество видов – 25. Наиболее обильные: <i>Niphotrichum canescens</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Festuca ovina</i>	5.02
C12	Hairgrass-moss-lichen heathland with sparse pine undergrowth ( <i>Pinus sylvestris</i> ); height – 0.5 m. Grass cover 15 %, moss cover 40%, lichen cover 45%. Number of species – 23. Most abundant: <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i> Луговиково-мохово-лишайниковая пустошь с редким подростом сосны. Высота – 0.5 м. Травяной покров 15%, моховой покров 40%, лишайниковый покров 45%. Количество видов – 23. Наиболее обильные: <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i>	5.49

*j*, *im*, *v*, *g*<sub>1</sub>, *g*<sub>2</sub>, *g*<sub>3</sub>, *s*, *ss*, *sc* – the number of plants in corresponding ontogenetic groups.

We used Kolmogorov–Smirnov test to verify samples on normality. Further, we used nonparametric analysis, as the distribution of values of variables, like the number of plants in various ontogenetic groups, was not normal.

We used Spearman’s correlation analysis to reveal strength and direction of relationship between the number of plant individuals at a certain stage of development and (i) the level of anthropogenic pressure on habitats, and (ii) biotope conditions. We used Chaddock’s scale to estimate the strength of relationship between parameters investigated (< 0.3 – weak; 0.3–0.5 – moderate; 0.5–0.7 – salient; 0.7–0.9 – high; > 0.9 – very high).

The average seed germination rate on the control plots was calculated on the basis of information on (i) the mean number of young generative, mature generative and old generative plants, (ii) their average seed productivity and (iii) the number of individuals of pregenerative groups,

grown from seeds in the year of estimation (seedlings and juvenile plants) or in the previous year (immature plants).

**Biotope restoration.** In 2020–2021, we carried out fieldworks on the restoration of habitats suitable for *Pulsatilla vulgaris* seed reproduction, on the territory of “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area. 19 plots were placed in “Berezye 1” cluster site and one plot was placed in “Berezye 2” cluster site. In 1998–2005, there was maximum abundance of *P. vulgaris* along with a complex of xeromesophytic plant species typical of the sandy dune habitats near Ladoga Lake in the clusters where the plots were placed. Now, these sites are covered with pioneer pine forests or *Avenella flexuosa* and moss (or lichen and moss) communities due to the lack of disruptive factors. The absence of bare sandy soil prevents *P. vulgaris* seed germination and seedling development. At the start of the habitat restoration works the individuals of *P. vulgaris* were absent from 17 managed plots out of 20 ones.

A number of practices have been proposed for restoration and management of European dunes and heaths

(Sedláková, Chytrý, 1999; Management..., 2008; Walker, Pinches, 2011), i.e. burning, sod-cutting, mowing, soil disturbance, removing shrubs and trees, moderate cattle grazing. Being applied these disturbances allow to maintain habitats such as dunes in dynamic state appropriate for specialised xeromesophyte and psammophyte plant species. Burning small patches of vegetation along with moderate cattle grazing (Sedláková, Chytrý, 1999; Management..., 2008) are the most effective ways to restore the mosaic biotopes of continental dunes and to create sites suitable for *Pulsatilla vulgaris* seed reproduction. Restoration by burning plant cover at our study area was not implemented as it had not been approved by regional authorities.

The creation of artificially disturbed sites followed by seed sowing is one of the effective ways to regenerate *Pulsatilla vulgaris* populations (Langenauer, Keel, 2004; Piqueray et al., 2013). We placed 14 plots (2 × 2 m) within the treeless areas of “Berezye 1” and “Berezye 2” cluster sites (moss, lichen-moss, *Avenella flexuosa*-moss, *Festuca*-moss communities). Virginile and generative individuals of *Pulsatilla vulgaris* were found on three of them. Six more plots sized from 6 × 6 m to 10 × 10 m were placed at the sites covered with pine forests.

We carried out the following activities in order to disturb vegetation and soil on the managed plots (Table 2)<sup>1</sup>:

I – removal of plant cover and sod followed by soil reversal (to a depth of about 20 cm) (6 plots);

II – removal of plant cover and sod with some harrowing (3–5 cm deep) (3 plots);

III – partial removal of plant cover and sod (on the sites sized 10 × 10 cm or 50 × 50 cm) (3 plots);

IV – partial removal of plant cover in order to create open soil sites around generative individuals of *Pulsatilla vulgaris* (2 plots);

V – tree uprooting with herb layer and sod removal (6 plots).

On the managed plots, the pH of soil solution was slightly acidic (Table 2). At 10 managed plots, we added dolomite powder (2 kg per 2 × 2 m plot) to decrease the soil acidity level and to estimate its impact on the *Pulsatilla vulgaris* seedling development (Table 2).

<sup>1</sup> All restoration activities (including seed collection) were implemented in accordance with regional and federal legislation and approved by the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, by the Federal Service for Supervision of Natural Resources, and by the Committee of Natural Resources of the Leningrad Region.

**Seed sowing.** We collected *Pulsatilla vulgaris* seeds outside the “Nizhnevokhovsky” Protected Area, on the territory of the abandoned military unit located south of “Berezye 2” cluster site.

The fruits of *P. vulgaris* are multiachenes of (45)60–80 single-seed achenes. In the study area, a young generative plant with 1–2 flowers produces on an average 70 to 140 seeds, a mature generative plant with 3–11 flowers produces 210 to 770 seeds, and an old generative plant with 5–7 flowers produces 350 to 490 seeds. We collected manually 20–30 achenes per generative shoot.

To make a control estimation of *Pulsatilla vulgaris* seed germination under indoor conditions, we planted seeds in unheated greenhouse on the 29<sup>th</sup> of June 2020. From July to August, the mean night temperatures were 17–23°C, and the mean day temperatures were 25–35°C. As a substrate, we used a mixture of turf soil and sand (in a ratio 1 : 3). The depth of seeding was 0–0.2 cm. Watering was carried out once every 10–14 days (10 liters per 1 m<sup>2</sup>).

In 2020, the managed plots inside the “Nizhnevokhovsky” Protected Area were seeded on three dates. Freshly collected seeds were sown on the 23<sup>rd</sup> of June, 2020 on 7 managed plots, 2 × 2 m (M1, M2, M4, M7–10). 600 seeds were sown on each plot. Sowing took place in dry and moderately hot weather and followed by one-time watering at the rate of 20 liters per area 2 × 2.

Two other plots 6 × 6 m (M5) and 10 × 10 m (M6) were seeded on the 30<sup>th</sup> of July, the seeds were stored for more than a month at room temperature (+20...+22°C). One plot, 5 × 11 m (M3), was seeded on the 2<sup>nd</sup> of August, 2020. About 800 seeds were spread on each of the plots. The seeds on all the plots were sown at a depth of 0–0.2 cm. We did not water the plots seeded on the 30<sup>th</sup> of July, 2020 and the 2<sup>nd</sup> of August, 2020 (the soil was naturally wet).

In 2021, freshly collected seeds were sown on eight managed plots at a time, on the 21<sup>st</sup> of June, 2021. All plots were watered after sowing. The same amount of seeds was used: 600 seeds per a plot 2 × 2 m (M14–M18). At larger plots with previously uprooted vegetation (M11–M13), the amount of seed sown was significantly increased – up to 3600 per a plot. We did not seed two managed plots (M19, M20) where the generative individuals of *Pulsatilla vulgaris* occurred, but we bared the ground near the flowering plants to allow the seeds fallen from the plant to germinate.

**Table 2.** Main coenotic and environmental characteristics of the managed plots**Таблица 2.** Основные ценотические и экологические характеристики рабочих площадок

Plot Площадка	Plot size Размер площадки (m × m)	Vegetation Растительность	pH of soil solution pH почвенного раствора	Type of restoration works Тип реставрацион- ных работ	Dolomite powder added (kg) Внесение доло- митовой муки (кг)
1	2	3	4	5	6
2020					
M1	2 × 2	Moss heathland. Moss cover 95%, lichen cover 2%, grass cover 1%. Number of species – 14. Most abundant: <i>Niphotrichum canescens</i> Моховая пустошь. Моховой покров 95%, лишайниковый покров 2%, травяной покров 1%. Количество видов – 14. Наиболее обильные: <i>Niphotrichum canescens</i>	5.83	II (removal of plant cover and sod with some harrowing) (удаление растительности и дерна и легкое боронование)	2
M2	2 × 2	Lichen-moss heathland. Moss cover 65%, lichen cover 25%, grass cover 3%. Number of species – 18. Most abundant: <i>Niphotrichum canescens</i> , <i>Cetraria islandica</i> Лишайниково-моховая пустошь. Моховой покров 65%, лишайниковый покров 25%, травяной покров 3%. Количество видов – 18. Наиболее обильные: <i>Niphotrichum canescens</i> , <i>Cetraria islandica</i>	5.45	I (removal of plant cover and sod followed by soil reversal) (удаление растительности и дерна с последующим оборотом грунта)	0
M3	5 × 11	Pine forest ( <i>Pinus sylvestris</i> ) with <i>Avenella flexuosa</i> and mosses ( <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ). Crown density – 0.4. Height – 10 m. Moss cover 45%, grass cover 25%. Number of species – 25 Сосняк луговиково-моховой. Сомкнутость крон – 0.4. Высота – 10 м. Моховой покров 45%, травяной покров 25%. Количество видов – 25	5.04	V (tree uprooting with removal of herb layer and sod) (корчевка деревьев с последующим удалением травяно-кустарничкового яруса и дерна)	0
M4	2 × 2	Lichen-moss heathland. Moss cover 50%, lichen cover 30%, grass cover 8%. Number of species – 36. Most abundant: <i>Barbilophozia attenuata</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> Лишайниково-моховая пустошь. Моховой покров 50%, лишайниковый покров 30%, травяной покров 8%. Количество видов – 36. Наиболее обильные: <i>Barbilophozia attenuata</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Cladonia arbuscula</i>	5.66	III (partial removal of plant cover and sod) (частичное снятие растительности и дерна)	0

Table 2. Continue  
Таблица 2. Продолжение

1	2	3	4	5	6
M5	6 × 6	Sparse pine forest ( <i>Pinus sylvestris</i> ) with <i>Avenella flexuosa</i> and mosses ( <i>Pleurozium schreberi</i> ) Crown density – 0.1. Height – 8 m. Moss cover 40%, grass cover 20%. Number of species – 37 Разреженный сосняк луговико-во-моховой. Сомкнутость крон – 0.1. Высота – 8 м. Моховой покров 40%, травяной покров 20%. Количество видов – 37	5.43	V (tree uprooting with removal of herb layer and sod) (корчевка деревьев с последующим удалением травяно-кустарничкового яруса и дерна)	0
M6	10 × 10	Sparse pine forest ( <i>Pinus sylvestris</i> ) with <i>Avenella flexuosa</i> and mosses ( <i>Pleurozium schreberi</i> ) Crown density – 0.1. Height – 8 m. Grass cover 50%, moss cover 20%. Number of species – 49 Разреженный сосняк мохово-луговиковый. Сомкнутость крон – 0.1. Высота – 8 м. Травяной покров 50%, моховой покров 20%. Количество видов – 49	5.62	V (tree uprooting with removal of herb layer and sod) (корчевка деревьев с последующим удалением травяно-кустарничкового яруса и дерна)	0
M7	2 × 2	Grass-moss heathland. Moss cover 50%, grass cover 45%. Number of species – 20. Most abundant: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Festuca ovina</i> Злаково-моховая пустошь. Моховой покров 50%, травяной покров 45%. Количество видов – 20. Наиболее обильные: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Festuca ovina</i>	5.58	I (removal of plant cover and sod followed by soil reversal) (удаление растительности и дерна с последующим оборотом грунта)	2
M8	2 × 2	Moss-hairgrass heathland. Grass cover 40%, moss cover 25%. Number of species – 19. Most abundant: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> Мохово-луговиковая пустошь. Травяной покров 40%, моховой покров 25%. Количество видов – 19. Наиболее обильные: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	5.58	I (removal of plant cover and sod followed by soil reversal) (удаление растительности и дерна с последующим оборотом грунта)	0
M9	2 × 2	Hairgrass-moss heathland. Moss cover 90%, grass cover 20%. Number of species – 17. Most abundant: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Thuidium recognitum</i> , <i>Avenella flexuosa</i> Луговико-моховая пустошь. Моховой покров 90%, травяной покров 20%. Количество видов – 17. Наиболее обильные: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Thuidium recognitum</i> , <i>Avenella flexuosa</i>	5.36	II (removal of plant cover and forest floor with some harrowing) (удаление растительности и дерна и легкое боронование)	2

**Table 2.** Continue  
**Таблица 2.** Продолжение

1	2	3	4	5	6
M10	2 × 2	Hairgrass-moss heathland. Moss cover 45%, grass cover 40%. Number of species – 19. Most abundant: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i> Луговиково-моховая пустошь. Моховой покров 45%, травяной покров 40%. Количество видов – 19. Наиболее обильные: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i>	6.39	III (partial removal of plant cover and sod) (частичное снятие растительности и дерна)	0
2021					
M11	9 × 9	Fescue-moss heathland. Moss cover 25%, grass cover 20%, lichen cover 6%. Number of species – 32. Most abundant: <i>Niphotrichum canescens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i> Овсяницево-моховая пустошь. Моховой покров 25%, травяной покров 20%, лишайниковый покров 6%. Количество видов – 32. Наиболее обильные: <i>Niphotrichum canescens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i>	6.05	V (tree uprooting with removal of herb layer and sod) (корчевка деревьев с последующим удалением травяно-кустарничкового яруса и дерна)	0
M12	15 × 7	Pine forest ( <i>Pinus sylvestris</i> ) with <i>Avenella flexuosa</i> and mosses ( <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ). Crown density – 0.3. Height – 7–10 m. Grass cover 25%, moss cover 20%. Number of species – 25 Сосняк мохово-луговиковый. Сомкнутость крон – 0.3. Высота – 7–10 м. Травяной покров 25%, моховой покров 20%. Количество видов – 25	5.07	V (tree uprooting with removal of herb layer and sod) (корчевка деревьев с последующим удалением травяно-кустарничкового яруса и дерна)	0
M13	10 × 7	Pine forest ( <i>Pinus sylvestris</i> ) with <i>Avenella flexuosa</i> . Crown density – 0.2. Height – 6 m. Grass cover 45%, moss cover 8%. Number of species – 37 Сосняк луговиковый. Сомкнутость крон – 0.2. Высота – 6 м. Травяной покров 45%, моховой покров 8%. Количество видов – 37	5.42	V (tree uprooting with removal of herb layer and sod) (корчевка деревьев с последующим удалением травяно-кустарничкового яруса и дерна)	0
M14	2 × 2	Moss-grass heathland. Grass cover 60%, moss cover 20%. Number of species – 32. Most abundant: <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Niphotrichum canescens</i> Мохово-злаковая пустошь. Травяной покров 60%, моховой покров 20%. Количество видов – 32. Наиболее обильные: <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Niphotrichum canescens</i>	5.85	I (removal of plant cover and sod followed by soil reversal) (удаление растительности и дерна с последующим оборотом грунта)	2

Table 2. Continue  
Таблица 2. Продолжение

1	2	3	4	5	6
M15	2 × 2	Hairgrass-moss heathland. Moss cover 70%, grass cover 10%. Number of species – 14. Most abundant: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i> Луговиково-моховая пустошь. Моховой покров 70%, травяной покров 10%. Количество видов – 14. Наиболее обильные: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i>	4.93	II (removal of plant cover and forest floor with some harrowing) (удаление растительности и дерна и легкое боронование)	2
M16	2 × 2	Lichen-hairgrass-moss heathland. Moss cover 45%, grass cover 30%, lichen cover 20%. Number of species – 30. Most abundant: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Cetraria islandica</i> Лишайниково-луговиково-моховая пустошь. Моховой покров 45%, травяной покров 30%, лишайниковый покров 20%. Количество видов – 30. Наиболее обильные: <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Cetraria islandica</i>	5.28	III (partial removal of plant cover and sod) (частичное снятие растительности и дерна)	2
M17	2 × 2	Moss-hairgrass heathland. Grass cover 75%, moss cover 25%. Number of species – 19. Most abundant: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> Мохово-луговиковая пустошь. Моховой покров 75%, травяной покров 25%. Количество видов – 19. Наиболее обильные: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i>	5.27	I (removal of plant cover and sod followed by soil reversal) (удаление растительности и дерна с последующим оборотом грунта)	2
M18	2 × 2	Moss-lichen-hairgrass heathland. Grass cover 40%, lichen cover 25%, moss cover 15%. Number of species – 29. Most abundant: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> Мохово-лишайниково-луговиковая пустошь. Травяной покров 40%, лишайниковый покров 25%. моховой покров 15%. Количество видов – 29. Наиболее обильные: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	5.17	I (removal of plant cover and sod followed by soil reversal) (удаление растительности и дерна с последующим оборотом грунта)	2

**Table 2.** Continue  
**Таблица 2.** Продолжение

1	2	3	4	5	6
M19	2 × 2	Moss-hairgrass heathland. Grass cover 45%, moss cover 40%. Number of species – 22. Most abundant: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> Мохово-луговиковая пустошь. Травяной покров 45%, моховой покров 40%. Количество видов – 22. Наиболее обильные: <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	4.97	IV (partial removal of plant cover in order to create open soil sites around generative individuals of <i>Pulsatilla vulgaris</i> ) (частичное удаление растительности в целях создания участков с открытой почвой вокруг генеративных экземпляров <i>Pulsatilla vulgaris</i> )	2
M20	2 × 2	Grass-herb meadow. Grass cover 60%; Number of species – 32. Most abundant: <i>Achillea millefolium</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Helictochloa pratensis</i> Злаково-разнотравный луг. Травяной покров 60%. Количество видов – 32. Наиболее обильные: <i>Achillea millefolium</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Helictochloa pratensis</i>	5.62	IV (partial removal of plant cover in order to create open soil sites around generative individuals of <i>Pulsatilla vulgaris</i> ) (частичное удаление растительности в целях создания участков с открытой почвой вокруг генеративных экземпляров <i>Pulsatilla vulgaris</i> )	2

## RESULTS AND DISCUSSION

On the 12 control plots, we found 776 individuals of *Pulsatilla vulgaris*, 527 of which grew on the plots (C1–C6) located outside the “Nizhnevokhkovskiy” Protected Area, and 249 ones grew on the plots (C7–C12) located inside the PA. On the control plots, the density of individuals of *P. vulgaris* per 1 m<sup>2</sup> varies from 4.5 (C10) to 38.5 (C5) (Table 3) (mean = 16.2). However, the mean density of the individuals on the plots outside the PA is two times higher than that on the plots inside the PA (21.9 vs 10.4 individuals per 1 m<sup>2</sup>).

We counted the number of plants of various ontogenetic groups on the control plots (Table 3). According to literature data, *Pulsatilla vulgaris* life span reaches 20 years (Walker, 2011), in the 4–5 years of life the plants reach generative stage (in the 1.5–3 years if cultivated (Yagovkina, Baranova, 2009; Walker, 2011)).

Some ontogenetic stages are missing from the *Pulsatilla vulgaris* coenopopulation. The majority of the control plots are characterised by the predominance of virginile or young generative plants with a great number of mature generative plants. On the five plots (C4 outside the PA; C7, C8, C10, and C12 inside the PA), seedlings, juvenile and immature plants were not found. On the plots C1 and C11, there were no seedlings and juvenile plants.

Subsenile and senile individuals were absent from all the plots located outside the PA, while they were recorded on three out of six plots located inside the PA.

We determined the ontogenetic state of *Pulsatilla vulgaris* coenopopulations on the control plots based on the presence and predominance of the certain ontogenetic groups. The decline of the population was estimated based on the absence of pregenerative plants (Rabotnov, 1950; Smirnova et al., 2002) (Table 4).

We found that coenopopulations of *Pulsatilla vulgaris* on the most plots have left-handed ontogenetic spectrum what might indicate that they are relatively young. Formally, they should be assigned to the normal type of age state; however; as seven plots have no young plants (i.e. seedlings, juvenile and immature individuals) the regress process could be stated. The proportion of the pregenerative plants (mainly due to virginile individuals) on two control plots outside the PA (C2, C3) exceeds the share of generative plants. This circumstance makes them similar to invasive (pioneer) populations (Rabotnov, 1950). The coenopopulation of one of the control plots inside the PA (C9) has a fragmentary range with a predominance of immature and virginile plants. C9 is the only control plot inside the PA where plants of all pregenerative stages have been recorded. Probably, the

**Table 3.** Age structure of *Pulsatilla vulgaris* cenopopulations on control plots  
**Таблица 3.** Возрастная структура ценопопуляций *Pulsatilla vulgaris* на контрольных площадках

Ontogenetic groups Онтогенетические группы	Number of individuals on control plots Количество особей на контрольных площадках											
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
<i>p</i>	0	1	2	0	1	6	0	0	3	0	0	0
<i>j</i>	0	3	9	0	3	5	0	0	1	0	0	0
<i>im</i>	1	14	18	0	3	14	0	0	11	0	4	0
<i>v</i>	12	33	38	6	55	23	16	6	10	3	6	17
<i>g</i> <sub>1</sub>	20	32	18	18	56	20	42	23	2	12	9	6
<i>g</i> <sub>2</sub>	15	13	18	3	36	26	18	13	0	3	5	6
<i>g</i> <sub>3</sub>	2	0	0	1	0	2	3	3	0	0	6	11
<i>ss</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5
<i>s</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>sc</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total number of individuals Общее число особей	50	96	103	28	154	96	79	45	28	18	33	46
Mean number of individuals per m <sup>2</sup> Среднее число особей на м <sup>2</sup>	12.5	24	25.75	7	38.5	24	19.75	11.25	7	4.5	8.25	11.5

**Note.** Ontogenetic groups: *p* – seedling; *j* – juvenile; *im* – immature; *v* – virginile; *g*<sub>1</sub> – young generative; *g*<sub>2</sub> – mature generative; *g*<sub>3</sub> – old generative; *ss* – subsenile; *s* – senile; *sc* – dying.

**Примечание.** Онтогенетические группы: *p* – проросток; *j* – ювенильная; *im* – иматурная; *v* – виргинильная; *g*<sub>1</sub> – генеративная молодая; *g*<sub>2</sub> – генеративная средневозрастная; *g*<sub>3</sub> – генеративная старая; *ss* – субсенильная; *s* – сенильная; *sc* – отмирающая.

**Table 4.** Types of *Pulsatilla vulgaris* coenopopulations on the control plots  
**Таблица 4.** Типы ценопопуляций *Pulsatilla vulgaris* на контрольных площадках

Control plots Контрольные площадки	Type of coenopopulation Тип ценопопуляции
C1, C4, C7, C8, C10–C12	normal incomplete with regression signs, left-handed spectrum нормальная неполночленная с признаками регрессии, спектр левосторонний
C2, C3, C5	normal incomplete, left-handed spectrum нормальная неполночленная, спектр левосторонний
C6	normal incomplete, bimodal spectrum (max <i>v</i> и <i>g</i> <sub>2</sub> ) нормальная неполночленная, спектр бимодальный (max <i>v</i> и <i>g</i> <sub>2</sub> )
C9	fragmented, left-handed spectrum фрагментарная, спектр левосторонний

characteristics of this coenopopulation are determined by its location along the trail subjected to a significant recreational load.

The basic ontogenetic spectrum (Zaugolnova, 1976) of *Pulsatilla vulgaris* on all of the 12 control plots might be characterised as (i) normal, (ii) complete, and (iii) monomodal, with maximum number of young generative plants (Fig. 3).

The comparison of averaged ontogenetic spectra of *Pulsatilla vulgaris* between the control plots *inside* and *outside* the PA clearly shows their differences in number

of various ontogenetic groups of plants (Fig. 4). On the plots *outside* the PA, the number of pregenerative, young, and mature generative plants is higher than that on the plots *inside* the PA, where the number of old generative and postgenerative plants is high.

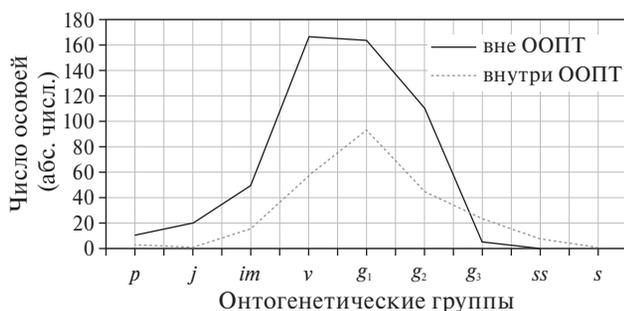
The graph of averaged ontogenetic spectra of *Pulsatilla vulgaris* coenopopulations (in relative values) (Fig. 5) demonstrates that on the plots outside the PA (i) virginile and young generative plants predominate, (ii) there are no postgenerative plants, (iii) juvenile and immature plants seedlings play a more significant role. On the control plots inside the PA, young generative plants dominate



**Fig. 3.** Basic ontogenetic spectrum of *Pulsatilla vulgaris*. Ontogenetic groups: *p* – seedling; *j* – juvenile; *im* – immature; *v* – virginile; *g*<sub>1</sub> – young generative; *g*<sub>2</sub> – mature generative; *g*<sub>3</sub> – old generative; *ss* – subsenile; *s* – senile.

**Рис. 3.** Базовый онтогенетический спектр *Pulsatilla vulgaris*.

Онтогенетические группы: *p* – проросток; *j* – ювенильная; *im* – иматурная; *v* – виргинильная; *g*<sub>1</sub> – генеративная молодая; *g*<sub>2</sub> – генеративная средневозрастная; *g*<sub>3</sub> – генеративная старая; *ss* – субсенильная; *s* – сенильная.



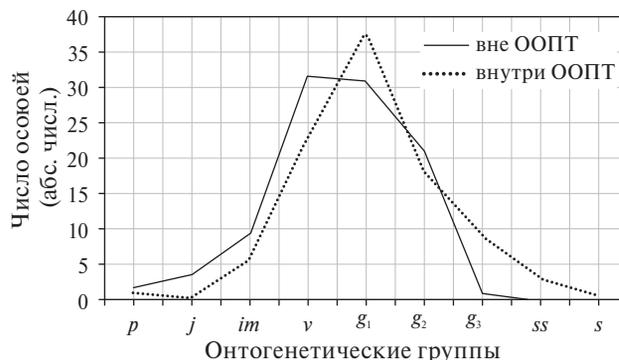
**Fig. 4.** Average ontogenetic spectra of *Pulsatilla vulgaris* on the control plots inside and outside the PA.

Ontogenetic groups: *p* – seedling; *j* – juvenile; *im* – immature; *v* – virginile; *g*<sub>1</sub> – young generative; *g*<sub>2</sub> – mature generative; *g*<sub>3</sub> – old generative; *ss* – subsenile; *s* – senile.

**Рис. 4.** Усредненные онтогенетические спектры *Pulsatilla vulgaris* на контрольных площадках в границах и вне границ ООПТ.

Онтогенетические группы: *p* – проросток; *j* – ювенильная; *im* – иматурная; *v* – виргинильная; *g*<sub>1</sub> – генеративная молодая; *g*<sub>2</sub> – генеративная средневозрастная; *g*<sub>3</sub> – генеративная старая; *ss* – субсенильная; *s* – сенильная.

and postgenerative individuals appear. The increase in the role of young generative plants is accompanied by a decrease in number of individuals in all pregenerative groups, rather than their increase, as it usually occurs in the populations of normal complete ontogenetic spectrum (Smirnova et al., 2002). Thus, the regression phenomena typical of the part of the population growing inside the PA are determined by the environment impact, not by the age structure of the population.



**Fig. 5.** Average ontogenetic spectra of *Pulsatilla vulgaris* (in relative values) on the control plots inside and outside the PA. Ontogenetic groups: *p* – seedling; *j* – juvenile; *im* – immature; *v* – virginile; *g*<sub>1</sub> – young generative; *g*<sub>2</sub> – mature generative; *g*<sub>3</sub> – old generative; *ss* – subsenile; *s* – senile.

**Рис. 5.** Усредненные онтогенетические спектры *Pulsatilla vulgaris* (в относительных величинах) на контрольных площадках в границах и вне ООПТ.

Онтогенетические группы: *p* – проросток; *j* – ювенильная; *im* – иматурная; *v* – виргинильная; *g*<sub>1</sub> – генеративная молодая; *g*<sub>2</sub> – генеративная средневозрастная; *g*<sub>3</sub> – генеративная старая; *ss* – субсенильная; *s* – сенильная.

For the majority of the control plots (9 out of 12), the ratio of ontogenetic groups of *Pulsatilla vulgaris* is similar to that of young coenopopulations (Table 5). Plots C3 and C9 are characterised by lower age level (maturing coenopopulation); plot C12 is mature. Generally, average age level is higher for the plots *inside* the PA (0.312) than for the plots *outside* the PA (0.248).

The efficiency index ( $\omega$ ) value varies from 0.297 (C9) to 0.799 (C8) (Table 5). At the same time, mean energy efficiency of coenopopulations at plots outside and inside the PA have similar values (0.636 and 0.647 correspondently).

According to ( $\Delta - \omega$ ) classification of age state (Table 5) based on joint use of ageness index and efficiency index (Osmanova, Zhivotovsky, 2020), coenopopulations on six control plots are maturing, while young coenopopulations are characteristic to three plots outside the PA and for one plot inside the PA; inside the PA there is also one transitional coenopopulation and one is mature.

In order to predict the dynamics of *Pulsatilla vulgaris* population number, we assessed the efficiency of the population self-replacement by calculating indexes of regeneration ( $I_{reg}$ ) and replacement ( $I_{rep}$ ). In total, on all control plots the index of regeneration ( $I_{reg}$ ) is 0.7, while on the control plots *outside* the PA it is 0.85, and *inside* the PA – 0.46. In total on all control plots the index of replacement ( $I_{rep}$ ) is 0.69, while on the control plots *outside* the PA it is 0.85, and *inside* the PA – 0.43.

**Table 5.** Main characteristics of *Pulsatilla vulgaris* coenopopulations on the control plots**Таблица 5.** Основные характеристики ценопопуляций *Pulsatilla vulgaris* на контрольных площадках

Plot Площадка	Ageness index ( $\Delta$ ) Индекс возрастности ( $\Delta$ )	Age level Возрастной уровень	Efficiency index ( $\omega$ ) Индекс эффективности ( $\omega$ )	Coenopopulation type according to “ $\Delta - \omega$ ” classification Тип ценопопуляции по класси- фикации “ $\Delta - \omega$ ”
C1	0.316	young молодая	0.750	maturing зреющая
C2	0.206	young молодая	0.571	young молодая
C3	0.188	maturing взрослеющая	0.505	young молодая
C4	0.278	young молодая	0.731	maturing зреющая
C5	0.258	young молодая	0.675	maturing зреющая
C6	0.243	young молодая	0.583	young молодая
C7	0.308	young молодая	0.761	maturing зреющая
C8	0.346	young молодая	0.799	maturing зреющая
C9	0.113	maturing взрослеющая	0.297	young молодая
C10	0.282	young молодая	0.761	maturing зреющая
C11	0.391	young молодая	0.638	transitional переходная
C12	0.435	mature зрелая	0.626	mature зрелая

The averaged efficiency of self-replacement of *Pulsatilla vulgaris* population calculated for the control plots is significantly lower than 1, indicating a low ability of the population to replace itself (Osmanova, Zhivotovsky, 2020). Moreover, the efficiency of self-replacement of *P. vulgaris* population *inside* the PA is two times lower compared to the population *outside* the PA.

The absence or low number of pregenerative individuals of *Pulsatilla vulgaris* indicates low seed reproduction of the species even in the places with the highest number of generative plants. Seven of twelve studied coenopopulations (ageness index is 0.278 or higher) show traits of regress. At the same time, the emergence of seedlings, juvenile and immature plants is connected directly to the soil and plant cover disturbances and their age. By using Spearman's rank correlation coefficient we found positive relationship between disturbances and the number of pregenerative plants ( $r_s = 0.698$  for seedlings;  $r_s = 0.781$  for juvenile plants;  $r_s = 0.816$  for immature plants;  $r_s = 0.671$  for virginile plants). On the vast majority of the control plots *inside* the PA, where all disturbances are prohibited according to its regime, high number of young and

middle-age generative plants occur, seed reproduction is absent. The phenomenon cannot be explained by the fruiting rhythm. The main reason for weak seed reproduction is formation of closed plant cover (including plant debris layer) and acidification of soil caused by decomposition of the large amount of needles and mosses debris. We found that the total number of *P. vulgaris* individuals on the control plots is significantly correlates to the increase of soil solution pH ( $r_s = 0.797$ ), the same correlation was found for the number of juvenile plants ( $r_s = 0.593$ ) and for virginile plants ( $r_s = 0.748$ ), while for seedlings and immature plants the relationship was not significant ( $r_s = 0.446$ ). For all pregenerative ontogenetic stages of *P. vulgaris*, we found negative correlation between the number of individuals and cover of plant debris, though it was not significant ( $r_s = -0.044$  for seedlings;  $r_s = -0.184$  for juvenile plants;  $r_s = -0.194$  for immature plants;  $r_s = -0.469$  for virginile plants).

Thus, the current unstable state and the dynamics of *Pulsatilla vulgaris* population proved the necessity of urgent actions to maintain effective seed reproduction of the species within “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area.

We carried out the restoration actions within the “Nizhnevolkhovskiy” Protected Area largely based on the experience of the European colleagues (Sedláková, Chytrý, 1999; Walker, Pinches, 2011) and Natura 2000 habitat management program (Management..., 2008). In the course of the restoration works, we created lit and well-warmed sites with missing or disturbed plant cover that are suitable for seed reproduction of *P. vulgaris*.

In 2020, the first *Pulsatilla vulgaris* seedlings were recorded on the 22nd of August on three plots sown in June. During the recalculation done on the 7th of October, 2020 seedlings were found on nine out of ten managed plots (Table 6). There were no seedlings only on one plot (M3), seeded the last (2nd of August, 2020), but the seedlings of the protected species *Armeria maritima* were recorded. By the end of the growing season (2020), the total number of young plants was 141, their amount on the managed plots ranged from 5–6 (on the large uprooted plots seeded the last) up to 39–45 (on the plots seeded in June). By October 2020, juvenile plants had from one to three true leaves; most plants had two true leaves. In May 2021, new

seedlings appeared on the managed plots: the largest number was recorded on the plots M3, M5, M6 seeded in late July–August 2020.

On the managed plots, seed germination rate varied from 1.5% to 9.7% (mean = 4.6%). In total, on the plots managed in 2020, 311 seedlings of *Pulsatilla vulgaris* appeared by spring of 2021. During the summer season of 2021, 12.5% of the seedlings died, and only 272 individuals, mostly immature and virginile, survived by the autumn of 2021 (Table 6). The first blossoming individuals were recorded on the 24th of May 2022, 13 on the plot M5 and 10 on the plot M6.

The control seed germination of *Pulsatilla vulgaris* in indoor conditions (unheated greenhouse) in 2020 was 60%. These values correspond to the average germination of freshly collected seeds obtained in the laboratory conditions: 47% for the seeds from Sweden (Walker, 2011), about 69.8% for material from Ukraine (Pereboichuk, 2016) and 75% for material from the UK (Walker, 2011). The first seedlings appeared 48 days after they were sown in the greenhouse. By the end of the first growing season, the plants reached the immature

**Table 6.** Results of *Pulsatilla vulgaris* seeds germination on managed plots in 2020

**Таблица 6.** Показатели всхожести семян *Pulsatilla vulgaris* на рабочих площадках в 2020 г.

Plot Площадка	Date of seeding Дата посева семян	Number of seeds sown Количество посеянных семян	Time of seedlings emergence Сроки появления всходов	Number of seedlings Количество всходов	Germination rate Всхожесть семян	Number of seedlings died by October 2021 Количество проростков, погибших к октябрю 2021 г.
M1	23.06.2020	600	end of August 2020 конец августа 2020 г.	15	2.5	4
M2	23.06.2020	600	end of August 2020 – May 2021 конец августа 2020 г. – май 2021 г.	58	9.7	0
M3	02.08.2020	800	May 2021 май 2021 г.	56	7	0
M4	23.06.2020	600	October 2020 – May 2021 октябрь 2020 г. – май 2021 г.	17	2.8	0
M5	30.07.2020	800	October 2020 – May 2021 октябрь 2020 г. – май 2021 г.	39	4.9	0
M6	30.07.2020	800	October 2020 – May 2021 октябрь 2020 г. – май 2021 г.	52	6.5	0
M7	23.06.2020	600	October 2020 октябрь 2020 г.	45	7.5	22
M8	23.06.2020	600	October 2020 октябрь 2020 г.	7	1.2	7
M9	23.06.2020	600	end of August 2020 конец августа 2020 г.	13	2.2	6
M10	23.06.2020	600	October 2020 – May 2021 октябрь 2020 г. – май 2021 г.	9	1.5	0

phase and formed 4–5 true leaves; by the end of the second season (2021) they entered the virginile phase and blossomed in May 2022.

In 2021, we recorded the first seedlings of *Pulsatilla vulgaris* on the managed plots by the 30th of August (plots M11, M14–M16). By the 2nd of October the seedlings appeared on two other plots (M12 and M17). In total, we recorded 70 seedlings of *P. vulgaris* on all managed plots. Seed germination rate varied from 0 to 9.2% (mean = 1.3%) (Table 7). By the end of October, nine seedlings (12.9% of all recorded in 2021) died. We believe that high temperatures and drought of summer 2021 negatively affected the germination rate of *P. vulgaris* on the exposed and well-lit plots compared to 2020.

On two managed plots (M19, M20) with generative individuals of *Pulsatilla vulgaris*, where no seeds were sown, in 2021 ten seedlings appeared, one died by the end of the vegetation season (Table 7). At the same time, on the control plot C7 located next to the managed plot M20, no seedlings were in 2021.

In total, by the end of the growing season, 70 young plants – seedlings and juvenile individuals (with one, less often two true leaves) grew on ten plots managed in 2021. In May 2023, the first plants blossomed.

In order to estimate the success of restoration activities made, we compared mean germination rate of *Pulsatilla vulgaris* between the control plots (*inside* the PA, *outside* the PA and the mean value for population) and managed plots in 2020 and 2021.

Mean number of seeds per a control plot is higher for plots outside the PA (12427) than for plots inside the PA (6920). According to the literature sources (Wells, Barling, 1971) and the authors' observations, the fruits (achenes) of *Pulsatilla vulgaris* having tenacious pinnate stylochia, mainly spread for no more than 20 cm from the parent plant. Most of the disseminated seeds (no less than 80%) do not spread out of the control plots. Mean seed germination rate (Table 8) was higher on the control plots *outside* the PA than on the control plots *inside* the PA, both in 2020 (0.08% vs. 0.05%) and in 2021 (0.05% vs. 0.01%). For the whole population of *P. vulgaris*, mean germination rate was 0.07% in 2020 and 0.03% in 2021. At the same time, it should be noted that mean germination rate for the species in optimal climatic conditions within the main part of its geographic range is much higher, about 16% (Walker, 2011).

Thus, the efficiency of seed reproduction on the managed plots, sown after the restoration activities, was significantly higher compared with the control plots left

**Table 7.** Results of *Pulsatilla vulgaris* seeds germination on managed plots in 2021

**Таблица 7.** Показатели всхожести семян *Pulsatilla vulgaris* на рабочих площадках в 2021 г.

Plot Площадка	Date of seeding Дата посева семян	Number of seeds sown Количество посеянных семян	Time of seedlings emergence Сроки появления всходов	Number of seedlings Количество всходов	Germination rate Всхожесть семян	Number of seedlings died by October 2021 Количество проростков, погибших к октябрю 2021 г.
M11	21.06.2021	3600	–	1	0.03	1
M12	21.06.2021	3600	October 2021 октябрь 2021 г.	7	0.2	0
M13	21.06.2021	3600	–	0	0	0
M14	21.06.2021	600	–	3	0.5	3
M15	21.06.2021	600	end of August 2021 конец августа 2021 г.	55	9.2	4
M16	21.06.2021	600	–	1	0.2	1
M17	21.06.2021	600	October 2021 октябрь 2021 г.	3	0.5	0
M18	21.06.2021	600	–	0	0	0
M19	no seeding без засева семян		–	1	–	1
M20	no seeding без засева семян		end of August – October 2021 конец августа – октябрь 2021 г.	9	–	0

**Table 8.** Average number and germination of *Pulsatilla vulgaris* seeds on the control plots in 2020 and 2021  
**Таблица 8.** Среднее число и всхожесть семян *Pulsatilla vulgaris* на контрольных площадках в 2020 и 2021 гг.

Control plots Контрольные площадки	Mean number of seeds produced on the control plot Среднее число семян, образующихся на контрольной площадке	Mean number of seeds left within the control plot Среднее число семян, остающихся на контрольной площадке	Mean seed germination rate in 2020 (%) Средняя всхожесть семян в 2020 г. (%)	Mean seed germination rate in 2021 (%) Средняя всхожесть семян в 2021 г. (%)
Outside the PA Вне границ ООПТ	12427	9942	0.08	0.05
Inside the PA В границах ООПТ	6920	5536	0.05	0.01
Mean value for the whole population Среднее для всей популяции	9594	7675	0.07	0.03

without intervention for both years: 4.6% vs. 0.07% in 2020, and 1.3% vs. 0.03% in 2021, respectively.

We have not found a significant relationship between the types of restoration work and number of seedlings of *Pulsatilla vulgaris* on the plots, as the data obtained in 2020–2021 are limited. Based on our observations we suppose that (i) removal of plant cover and sod along with the reversal of the soil on the plots of 2 × 2 m and (ii) uprooting with subsequent removal of the herb layer and sod on the larger plots were the most successful. Moreover, the plots with generative plants of *P. vulgaris* where plant cover was disturbed to create open soil fragments were more ‘effective’ compared to the control plots.

## CONCLUSION

Artificially disturbed sites on the unmanaged and overgrown heathlands allow to increase significantly the effectiveness of *Pulsatilla vulgaris* population seed reproduction in critical to the species survival climatic conditions of the Leningrad Region. In total, in the course of the restoration activities fulfilled in 2020–2021 we obtained 361 young plants (i.e. seedlings, juvenile and immature individuals), that increased the number of this declining population by 10%. By the spring of 2022, the first plant individuals became generative; in 2023, there were 119 blooming plants.

Based on the current results we recommend the implemented methods and techniques to maintain the population of *Pulsatilla vulgaris* and other *Pulsatilla* species. These techniques could be also applied for restoration and maintenance of some highly specialized rare species (e.g., *Armeria maritima*, *Dianthus arenarius*, *Silene tatarica* etc.) of sandy habitats such as heathlands, open pine woods, continental dunes in Northwestern Russia.

The results of the work demonstrate that it is necessary to provide the legal possibility for science-based habitat management, like controlled disturbances of plant cover and soil, in the regulation acts for PAs aimed at preservation of sandy habitats (i.e. heathlands, old continental dunes and alike) in order to restore biotope mosaic.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to A.V. Markovsky, S.A. Markovsky, A.V. Rodionov and E.F. Ogurev for their help in field restoration works. We thank I.V. Drozdova and A.I. Belyaeva for the analysis of soil samples. The research was carried out as a part of a project “The best practices of shoreline biodiversity protection” (Programme 2014–2020 South-East Finland – Russia ENI CBC) funded by the European Union, the Russian Federation and the Republic of Finland.

## REFERENCES

- Butuzova O.G. 2018. Peculiarities of seed formation in *Pulsatilla vulgaris* and *Helleborus niger* (Ranunculaceae) with embryo postdevelopment. – Bot. Zhurn. 103(3): 313–330 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.1134/S0006813618030031>
- DiLeo M.F., Rico Y., Boehmer H.J., Wagner H.H. 2017. An ecological connectivity network maintains genetic diversity of a flagship wildflower, *Pulsatilla vulgaris*. – Biological Conservation. 212: 12–21.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.05.026>
- Essl F. 2005. Bestandesentwicklung, Vegetationsanschluss und Gefährdungssituation der Gewöhnlichen Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris* Mill.) in Österreich von 1991–2005. – Linzer biologische Beiträge. 37(2): 1145–1176.
- Fischer J., Lindenmayer D.B. 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. – Global Ecology and Biogeography. 16: 265–280.

- <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00287>
- Fischer M., Stöcklin J. 1997. Local extinction of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands 1950–1985. – *Conservation Biology*. 11: 727–737.  
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.96082.x>
- Flora Europaea. Vol. 1. Psilotaceae to Platanaceae. 1993. Cambridge. 630 p.
- Flora Nordica. Vol. 2. 2001. Stockholm. 430 p.
- Gargiulo R., Worswick G., Arnold C., Pike L.J., Cowan R.S., Hardwick K.A., Chapman T., Fay M.F. 2019. Conservation of the threatened species, *Pulsatilla vulgaris* Mill. (pasque-flower), is aided by reproductive system and polyploidy. – *Journal of Heredity*. 110(5): 618–628.  
<https://doi.org/10.1093/jhered/esz035>
- Hensen I., Oberprieler C., Wesche K. 2005. Genetic structure, population size, and seed production of *Pulsatilla vulgaris* Mill. (Ranunculaceae) in Central Germany. – *Flora*. 200(1): 3–14.  
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2004.05.001>
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., with contributions on regional floras from: Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kanukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. – *Arctoa*. 15: 1–130.  
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- Ketokylmäkukka. *Pulsatilla vulgaris*. Luonto Portti. 2021. <https://luontoportti.com/t/1881/ketokylmankukka> (accessed: 2 April 2023)
- Kvasov D.D. 1974. The Late-Quaternary history of large lakes and inland seas of Eastern Europe. Leningrad. 278 p. (In Russ.).
- Langenauer R., Keel A. 2004. Aktionsplan Gewöhnliche Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris* L.). Zürich. 30 p.
- Leimu R., Mutikainen P., Koricheva J., Fischer M. 2006. How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? – *Journal of Ecology*. 94(5): 942–952.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01150.x>
- Management of Natura 2000 habitats. 2130. Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (‘grey dunes’). European Commission. 2008.  
[https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/pdf/2130\\_Fixed\\_coastal\\_dunes.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/pdf/2130_Fixed_coastal_dunes.pdf) (accessed: 15 February 2023).
- Mossberg B., Stenberg L. 2005. Suuri Pohjolan kasvio. Helsinki. 928 p.
- Osmanova G.O., Zhivotovsky L.A. 2020. The ontogenetic spectrum as an indicator of the status of plant populations. – *Biology bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 47(2): 141–148.  
<https://doi.org/10.1134/S1062359020020053>
- Pereboichuk O.P. 2016. Semennoye razmnozheniye v kulture rastenii vidov roda *Pulsatilla* Mill., introdutsirovanykh v Natsional’nom botanicheskom sadu im. N.N. Grishko NAN Ukrainy [Seed propagation in culture of plant species of the genus *Pulsatilla* Mill. of introduction in N.N. Grishko National botanical garden of the NAS of Ukraine]. – In: Zbirnik tsentru naukovikh publikatsii “Veles” za materialami V mizhnarodnoy naukovoye-praktichnoy konferentsii: “Osinni naukovi chitannya”. Kyiv. P. 13–17 (In Russ.).
- Piqueray J., Saad L., Bizoux J.-P., Mahy G. 2013. Why some species cannot colonies restored habitats? The effects of seed and microsite availability. – *Journal for Nature Conservation*. 21(4): 189–197.  
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.12.005>
- POWO. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew, 2023.  
<http://www.plantsoftheworldonline.org> (accessed: 14 January 2023).
- Online Atlas of the British and Irish Flora. *Pulsatilla vulgaris*. 2022.  
<https://www.brc.ac.uk/plantatlas/plant/pulsatilla-vulgaris> (accessed: 31 March 2023)
- GBIF. 2021. *Pulsatilla vulgaris* Mill.  
<https://www.gbif.org/species/3033621> (accessed: 2 April 2023).
- Rabotnov T.A. 1950. The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow coenoses. – *Geobotanika. Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova AN SSSR*. 3(6): 7–204 (In Russ.).
- Red Data Book of Nature of the Leningrad Region. Vol. 2. Plants and fungi. 2000. St. Petersburg. 672 p. (In Russ.).
- Red Data Book of the RSFSR. 1988. Moscow. 591 p. (In Russ.).
- Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi). 2008. Moscow. 855 p. (In Russ.).
- Sedláková I., Chytrý M. 1999. Regeneration patterns in a Central European dry heathland: effects of burning, sod-cutting and cutting. – *Plant Ecology*. 143: 77–87.  
<https://doi.org/10.1023/A:1009807411654>
- Simachyov V.I. 1978. Life cycle and age structure of the coenopopulation of *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill. in Leningrad Region. – *Bot. Zhurn.* 63(7): 1016–1025 (In Russ.).
- Smirnova O.V., Zaigolnova L.B., Hanina L.G., Bobrovskij M.V., Toropova N.A. 2002. Populyatsionnyye i fitotsenoticheskiye metody analiza bioraznoobraziya rastitel’nogo pokrova [Population and phytocoenotic methods of analyzing the biodiversity of vegetation cover]. – In: Sokhraneniye i vosstanovleniye bioraznoobraziya. Moscow. P. 76–85 (In Russ.).
- Sorokina I.A. 2000. Interesnnyye nakhodki vo flore doliny reki Volkhov [Interesting finds in the flora of the Volkhov River valley]. – In: Tezisy VII Molodezhnoy konferentsii botanikov v Sankt-Peterburge. St. Petersburg. P. 39 (In Russ.).
- Sorokina I.A. 2008. Flora of the Volkhov River valley and adjoining territories in borders of the Nizhne-Volkhovskii botanical-geography district. Pt. 2. Analysis of the flora

- structure. The valuable botanical objects. — Bulletin of St. Petersburg University. Ser. Biology. 4: 90–103 (In Russ.).
- Sorokina I.A. 2019. Nizhnevokhovskyi. — In: Osobo okhranyayemye prirodnyye territorii Leningradskoy oblasti. St. Petersburg. P. 174–179 (In Russ.).
- Tzvelev N.N. 1976. Floristic novelties in the Leningrad Region. — Novitates Systematicae Plantarum Vascularium. 13: 278–284 (In Russ.).
- Uranov A.A. 1975. Vozrastnoy spektr fitosenopopulyatsii kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov [Age spectrum of phytocoenopopulation as a function of time and energy wave processes]. — Biologicheskie nauki. 2: 7–34 (In Russ.).
- Vasilevich V.I. 2008. Dry grassland communities in the North-Western European Russia. — Bot. Zhurn. 93(10): 1556–1564 (In Russ.).
- Volkova E.A. 2014. Rastitel'nyye soobshchestva s uchastiem prostrela obyknovennogo (*Pulsatilla vulgaris* Mill.) v nizoviyakh r. Volkhov [Plant communities with *Pulsatilla vulgaris* Mill. in the lower reaches of the Volkhov River]. — In: Botanika: istoriya, teoriya, praktika (k 300-letiyu osnovaniya Botanicheskogo instituta im V.L. Komarova Rossiiskoi akademii nauk). St. Petersburg. P. 58–65 (In Russ.).
- Walker K. 2011. *Pulsatilla vulgaris*. Plantlife. [https://Plantlife.love-wildflowers.org.uk/uploads/documents/Pulsatilla\\_vulgaris\\_Plantlifedossier\\_FINAL\\_Apr11.pdf](https://Plantlife.love-wildflowers.org.uk/uploads/documents/Pulsatilla_vulgaris_Plantlifedossier_FINAL_Apr11.pdf) (accessed: 2 April 2023)
- Walker K., Pinches C. 2011. Reduced grazing and the decline of *Pulsatilla vulgaris* Mill. (Ranunculaceae) in England, UK. — Biological Conservation. 144(12): 3098–3105. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.006>
- Wells T.C.E., Barling D.M. 1971. Biological flora of the British Isles. *Pulsatilla vulgaris* Mill. (*Anemone pulsatilla* L.). — Journal of Ecology. 59: 275–292.
- Westberg M., Moberg R., Myrdal M., Nordin A., Ekman S. 2021. Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and licheniculous fungi. Uppsala. 933 p.
- Wójtowicz W. 2001. *Pulsatilla vulgaris* Mill. Sasanka zwyczajana. — In: Polska czerwona ksiega roslin. Krakow. P. 138–139.
- Yagovkina O.V., Baranova O.G. 2009. Brief results of the introduction of species of genus *Pulsatilla* Mill. in Udmurtiya. — Uchenye zapiski Kazanskogo Universiteta. Ser. Estestvennye nauki. 151(4): 112–123 (In Russ.).
- Zaugolnova L.B. 1976. The heterogeneity of coenopopulation in time and in space. — Bot. Zhurn. 61(2): 187–196 (In Russ.).
- Zhivotovskiy L.A. 2001. Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations. — Ecology. 1: 3–7 (In Russ.).
- Zhukova L.A. 1987. Dinamika tsenopopulyatsii lugovykh rastenii v estestvennykh fitosenozakh [Dynamics of the coenopopulations of meadow plants in natural phytocoenoses]. — In: Dinamika tsenopopulyatsii travyanistykh rastenii. Kyiv. P. 9–19 (In Russ.).

## СОХРАНЕНИЕ *PULSATILLA VULGARIS* (RANUNCULACEAE) В РОССИИ: УПРАВЛЕНИЕ МЕСТООБИТАНИЯМИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЕДИНСТВЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ

© 2024 г. И. А. Сорокина<sup>1, 2, \*</sup>, Е. А. Волкова<sup>1, \*\*</sup>, В. Н. Храмцов<sup>1</sup>, А. В. Филиппова<sup>1</sup>, А. В. Леострин<sup>1, 2, \*\*\*</sup>, Л. В. Гагарина<sup>1</sup>, Д. Е. Гимельбрант<sup>1, 2</sup>, Е. М. Копцева<sup>2</sup>, Л. Е. Курбатова<sup>1</sup>, И. С. Степанчикова<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт РАН

ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Россия

\*e-mail: sorokina-irina10@yandex.ru

\*\*e-mail: evolkova305@gmail.com

\*\*\*e-mail: aleostrin@binran.ru

*Pulsatilla vulgaris* является одним из наиболее редких видов сосудистых растений на территории России: категория статуса в Красной книге Российской Федерации — 1 (вид, находящийся под угрозой исчезновения). Численность единственной в России популяции *P. vulgaris*, известной из Ленинградской области, сокращается быстрыми темпами. Анализ онтогенетической структуры популяции показал слабую эффективность ее самоподдержания, связанную с ограниченными возможностями семенного возобновления. Одной из основных причин, затрудняющих семенное возобновление вида, является преобразование биотопов в ходе естественной сукцессии. Типичными местообитаниями *P. vulgaris* являются боровые пустоши, разреженные сосновые леса, сухие низкотравные луга и пастбища. Для успешного семенного возобновления вида необходимо воздействие факторов, приводящих к разрушению сомкнутого напочвенного покрова и препятствующих развитию древесной растительности (например, умеренный выпас

скота, слабые низовые пожары и др.). Во избежание полной утраты вида на территории России в 2020–2021 гг. в границах ООПТ “Нижеволховский” (Ленинградская область, Волховский район) созданы искусственно нарушенные участки, пригодные для семенного возобновления *P. vulgaris*. На площадках проводилась корчевка деревьев, удаление или нарушение травянистой растительности, оборот верхнего слоя почвы в целях формирования освещенных и хорошо прогреваемых участков с несомкнутым растительным покровом. Мероприятия позволили повысить полевую всхожесть семян по сравнению с контрольными участками, оставленными без вмешательства. За двухлетний период численность популяции *P. vulgaris* была увеличена более чем на 10%. Эффективность применяемых мер позволяет рекомендовать их для восстановления численности редких узкоспециализированных видов, произрастающих в сходных местообитаниях.

*Ключевые слова:* редкий вид, возрастная структура, экологическая реставрация, эффективность семенного возобновления, сокращение популяции вида.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность А.В. Марковскому, С.А. Марковскому, А.В. Родионову и Е.Ф. Огуреву, принимавшим непосредственное участие в работах по реставрации биотопов борových пустошей, а также И.В. Дроздовой и А.И. Беляевой – за предоставление результатов анализа почвенных проб.

Исследование выполнено в рамках проекта “Лучшие практики сохранения берегового биоразнообразия” (KS1771) программы приграничного сотрудничества “Юго-Восточная Финляндия – Россия 2014–2020” (“South-East Finland – Russia Cross-Border Cooperation Programme 2014–2020”), финансируемого Европейским союзом, Российской Федерацией и Финляндской Республикой.

## ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛИБИН (1872–1949) – ДРУГ И ПОМОЩНИК ЗАБАЙКАЛЬСКИХ НАТУРАЛИСТОВ

© 2024 г. Р. А. Фандо<sup>1</sup>, \*, Г. И. Любина<sup>1</sup>, \*\*

<sup>1</sup>Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН

ул. Балтийская, 14, Москва, 125315, Россия

\*e-mail: fando@mail.ru

\*\*e-mail: g.lubina2011@yandex.ru

Поступила в редакцию 23.07.2024 г.

Получена после доработки 10.08.2024 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

В статье представлены два малоизвестных факта из биографии выдающегося ботаника И.В. Палибина: вхождение его, самоучки, в среду профессиональных ботаников и многолетнее сотрудничество с Троицкосавско-Кяхтинским отделением (ТКО) Императорского Русского географического общества (ИРГО). В обоих случаях движущим мотивом его поступков были бескорыстная любовь к ботанике и рано проявившийся интерес к флоре Восточно-Азиатского региона, будь то Забайкалье, Дальний Восток в России или Северная Монголия и Корея. Первоисточниками для работы послужили документы петербургского и московских архивов и материалы “Трудов ТКО”.

*Ключевые слова:* Палибин Владимир Иванович, Московский университет, Троицкосавско-Кяхтинское отделение Императорского Русского географического общества, Императорский Ботанический сад в Санкт-Петербурге

DOI: 10.31857/S0006813624090073 EDN: OZVBEG

Имя Ивана Владимировича Палибина широко представлено в общих энциклопедических и специальных (ботаника, геология) справочниках, но биография его до настоящего времени подробно не изучена. О нем написаны две заметки: первая – его учениками, палеоботаниками А.В. Васильевым и А.В. Криштофовичем (Vasil'ev, Krishtofovich, 1950), вторая – геологами В.В. Тихомировым и Т.А. Софиано (Tikhomirov, Sofiano, 1960). Обе публикации носят мемориальный характер: в первом случае – это некролог памяти ученого, вторая написана к десятилетию его смерти. С тех пор изучение биографии Палибина не продвинулось далеко вперед, даже 150-летний юбилей со дня его рождения прошел незамеченным.

Между тем фигура ученого заслуживает особого внимания, этот преданный и самоотверженный труженик внес значительный вклад в развитие ботанической науки. Публикации Палибина дают представление о широком размахе его исследовательской деятельности, о сопряжении в ней интереса к систематике, морфологии и анатомии



И.В. Палибин (приблизительно 1900-е гг.). СПбФ АРАН. Ф. 854. Оп. 1. Д. 151. Л. 4.

I.V. Palibin (around the 1900s). SPbB ARAS. F. 854. Op. 1. D. 151. P. 4.

растений, к геоботанике и палеоботанике. Можно проследить его своеобразный путь в науке — начав как самоучка, он поздно озаботился приобретением диплома высшего образования и, занимая уже солидные должности по службе, он де факто не имел никаких научных регалий вплоть до 1934 г., когда ему была присвоена степень доктора биологических наук. О целеустремленности этого ученого, о его щедрой помощи единомышленникам свидетельствуют письма Палибина к коллегам. Некоторые фрагменты переписки мы приводим в данной статье. Наше дополнение к биографии Палибина касается начальных этапов его работы в ботанике под руководством И.Н. Горожанкина<sup>1</sup>, А.Н. Петунникова<sup>2</sup> в Москве и А.Ф. Баталина<sup>3</sup> в Петербурге и его многолетнему сотрудничеству с Троицкосавско-Кяхтинским отделением Императорского русского географического общества.

Палибин родился 11 апреля (30 марта по старому стилю) 1872 г.<sup>4</sup> в Тбилиси в семье военного. Среднее образование получил в 3-м Московском кадетском

корпусе. Отец мечтал о военной карьере сына, но юноша всерьез увлекся ботаникой. В середине 80-х годов XIX в. в лаборатории Ботанического сада Московского университета большая группа студентов, профессионалов и любителей ботаники занималась разборкой гербарного материала (Val'kova, 2006). Одновременно здесь пополняли список для второго издания обзора растений Московской губернии Н.Н. Кауфмана (Kaufman, 1889). В этой работе активно участвовал “один из лучших знатоков Московской флоры”, по определению директора Ботанического сада Горожанкина, Петунников. В письме от 8 августа 1885 г. Горожанкин сообщал Петунникову о совместных со студентами сборах на Оке, когда была найдена “масса всякой всячины”, и о необходимости поработать с ключами по определению растений<sup>5</sup>. В лаборатории Ботанического сада в конце 1880-х гг. повстречались Палибин и Петунников. Петунников всячески помогал юноше в ботанико-географических исследованиях на территории Московской губернии. В 1891 г. Палибин на общественных началах начал работать в ботаническом кабинете Московского университета под руководством профессора Горожанкина<sup>6</sup>.

В 1895 г. Палибин по предложению директора Императорского ботанического сада (ИБС) Баталина занял место внештатного помощника в Гербарии. Они познакомились еще раньше, Баталин взялся руководить работой начинающего исследователя над дальневосточной флорой. Позднее Палибин участвовал в совместной работе с Н.А. Монтеверде<sup>7</sup>, главным ботаником сада.

Палибин поспешил поделиться с Петунниковым своими впечатлениями о новом месте работы. 8 августа 1895 г. он писал, что доволен своей службой, она дает ему возможность войти в сообщество “знающих людей”, кое-чему у них научиться и “заниматься делом, которое для меня было, есть и будет всегда

<sup>1</sup> Горожанкин Иван Николаевич (1848–1904) — ботаник, профессор и заведующий кафедрой морфологии и систематики растений Императорского Московского университета (ИМУ), заведующий Ботаническим садом (1873–1898) и Гербарием ИМУ (с 1875 г.), заведующий Гербарием Московского общества испытателей природы (МОИП) (с 1877 г.).

<sup>2</sup> Петунников Алексей Николаевич (1842–1919) — ботаник, ученик Н.Н. Кауфмана, продолживший его изучение московской флоры. Автор “Иллюстрированного руководства к определению растений, дикорастущих и разводимых в пределах Московской губернии” (1890) и “Свода ботанических терминов, встречающихся в русской ботанической литературе” (1912). Руководитель в 1880–1900-е гг. неформального флористического кружка, из которого вышли Д.П. Сырейщиков, П.В. Сюзев, А.А. Хорошков, в прошлом автодидакты. Сырейщиков был его ближайшим продолжателем в изучении московской флоры. В поисках заработка преподавал в средних учебных заведениях, занимался пропагандой и популяризацией научных знаний, участвовал в издании в русских переводах учебников и научных сочинений зарубежных авторов и т. п. Многие годы служил выборным членом Московской городской управы.

<sup>3</sup> Баталин Александр Федорович (1847–1896) — ботаник, директор Императорского Ботанического сада в Санкт-Петербурге (1892–1896), заведующий Бюро по прикладной ботанике Ученого комитета Министерства земледелия и государственных имуществ (с 1894 г.). Автор работ по систематике, морфологии, физиологии растений, почвоведению и сельскому хозяйству.

<sup>4</sup> Эта дата взята в автобиографии И.В. Палибина, которая была обнаружена в его фонде (ф. 854) Санкт-Петербургского филиала Архива РАН (СПбФ АРАН). Ф. 854. Оп. 1. Д. 116. Л. 11. В некрологе, написанном А.В. Васильевым и А.Н. Криштофовичем и опубликованном в “Ботаническом журнале” (1950. Т. 35. № 6. С. 684–688), указана другая дата рождения — 28 марта ст. ст. 1872 г.

<sup>5</sup> Научная библиотека МГУ. Отдел редких книг и рукописей (НБ МГУ ОРКР). Ф. 32. Карт. 4. Д. 39 (Письма Горожанкина Петунникову). Л. 2–2об.

<sup>6</sup> СПбФ АРАН. Ф. 854. Оп. 1. Д. 116. Л. 11.

<sup>7</sup> Монтеверде Николай Августинович (1856–1929) — ботаник, выходец из семьи испанского военного инженера, состоявшего на русской службе. Главный ботаник Императорского Ботанического сада в Санкт-Петербурге, член-корреспондент Российской академии наук. Автор многочисленных работ по анатомии и физиологии растений. Занимался вопросами разведения и использования душистых и лекарственных растений.

приятным”<sup>8</sup>. Он уверял собеседника, что лишен карьерных амбиций и встречал новый мир радостно и открыто<sup>9</sup>.

Случай Палибина как автодидакта, перешедшего из разряда “любителей” в разряд “профессиональных ученых”, не был единичным. Примерами ботаников-самоучек, внесших значительный вклад в изучение флоры Европейской России, могут служить математик В.Я. Цингер<sup>10</sup>, коммерсант по образованию Д.П. Сырейщиков<sup>11</sup>, механик-строитель Д.И. Литвинов<sup>12</sup> (Sytin, 2014). В прошлом москвичи, самоучки Литвинов и Палибин, дипломированный ботаник С.И. Ростовцев<sup>13</sup> в 1880–1890-х гг. переехали в Санкт-Петербург, чтобы профессионально заняться ботаническими исследованиями. В северную столицу их привлекали более широкие возможности по сравнению с первопрестольной: близость редакций ботанических изданий, один из самых богатых в Западной Европе гербариев Ботанического сада, книжные богатства Ботанического музея Санкт-Петербургской Академии наук.

Литвинов дольше других дождался обещанного ему в Петербурге места. В отличие от благодушного Палибина он испытывал сильное смятение. В письме Петунникову из Калуги, датированному 24 декабря,

<sup>8</sup> Научная библиотека МГУ. Отдел редких книг и рукописей (НБ МГУ ОРКР). Ф. 32. Карт. 4. Д. 79 (Письма Палибина Петунникову). Л. 7.

<sup>9</sup> Там же. Л. 14об.

<sup>10</sup> Цингер Василий Яковлевич (1836–1907) — математик, основатель геометрической школы Московского университета, один из создателей Московского математического общества и его президент (1886–1891). Также известен как ботаник, автор работ по флоре Средней России.

<sup>11</sup> Сырейщиков Дмитрий Петрович (1868–1932) — ботаник. Происходил из купеческой семьи, окончил Практическую академию коммерческих наук. Путем самообразования стал одним из ведущих специалистов по флоре Средней России. Автор четырехтомной “Иллюстрированной флоры Московской губернии”. В 1918–1932 гг. — хранитель гербария Московского университета.

<sup>12</sup> Литвинов Дмитрий Иванович (1854–1929) — ботаник. После окончания Императорского Московского технического училища с дипломом механика-строителя стал преподавать в Техническом железнодорожном училище в Калуге. В 1898 г. бросил преподавание и стал ученым-хранителем Ботанического музея, где проработал до конца своей жизни.

<sup>13</sup> Ростовцев Семен Иванович (1861–1916) — российский ботаник, переводчик и педагог. Автор работ по морфологии, физиологии и патологии растений. Преподавал ботанику в Московском и Санкт-Петербургском университетах, Московском сельскохозяйственном институте. В 1892–1894 гг. работал библиотекарем Санкт-Петербургского Императорского ботанического сада.

скорее всего 1896 г. [год не указан — Р.Ф., Г.Л.], этот инженер-механик благодарил адресата и Семена Ивановича Ростовцева за хлопоты по устройству его на “ботаническую службу” и выражал опасение за прием, который ему окажут профессиональные ботаники. “И очень бы желал сделаться совсем ботаником, — писал он, — да, признаться, побаиваюсь очутиться в такой профессионально-враждебной среде”<sup>14</sup>. В конце 1898 г. Литвинов стал наконец ученым хранителем Ботанического музея.

Опасения оказались напрасными. Петербургские ботаники, и Палибин в их числе, с нетерпением ожидали появления этого самоучки. Он привлек внимание сообщества ботаников оригинальной гипотезой происхождения растительных областей Восточной Европы в рамках фитогеографической концепции А. Энглера<sup>15</sup> (Sytin, 2014). Ожидаемое событие вызвало у Палибина размышления о роли Литвинова в развитии отечественной ботаники и о своем собственном призвании, о чем он сообщил Петунникову в письме от 23 июля 1897 г. Он вспомнил евангельскую притчу о рабочих в винограднике (“много призванных, а мало избранных”). Палибин отнес Литвинова к числу “избранных”, двигающих вперед ботаническую науку, способных дать объяснение любому наблюдаемому факту, тогда как сам он призван изучать флору “каких-то черт знает где находящихся участков Азиатского континента”<sup>16</sup>. “Знать бы всем так ботанику, как знает ее инженер механик Литвинов!”<sup>17</sup>, — восхищался он. Свою работу по сбору, обработке, систематизации сырого материала он, видимо, оценивал скромно как рядовую, хотя она была крайне ценной. Именно подобные исследования вносили заметный элемент новизны в практику петербургской ботанической школы, долгое время довольствовавшейся изучением растений по гербарным образцам.

К концу XIX в. флора многих окраинных областей России была еще недостаточно изучена. Необходимость

<sup>14</sup> НБ МГУ ОРКР. Ф. 32. Карт. 4. Д. 62 (Письма Литвинова Петунникову). Л. 34.

<sup>15</sup> Энглер Адольф Генрих Густав (1844–1930) — немецкий ботаник, специалист по систематике и ботанической географии. После окончания Университета Бреслау (1866) несколько лет работал учителем, потом поступил на должность хранителя в Ботанический институт Мюнхенского университета (1871). Преподавал в Кильском (1878–1884) и Берлинском (1889–1921) университетах.

<sup>16</sup> НБ МГУ ОРКР. Ф. 32 Карт. 4. Д. 79 (Письма Палибина Петунникову). Л. 16.

<sup>17</sup> Там же.

ликвидировать этот пробел была связана не только с научными, но и с хозяйственными задачами. Академик С.И. Коржинский<sup>18</sup>, а затем профессор Юрьевского (Дерптского) университета Н.И. Кузнецов<sup>19</sup> высказали идею составления единой “Флоры России” (*Flora Rossica*). Предложение Н.И. Кузнецова об организации обмена сухим гербарным материалом для подготовки будущей “Флоры России” Палибин сначала принял в штыки, как торгашескую, как попытку “чужими руками выгрести жар”<sup>20</sup>. Вскоре он все же проникся мыслью о необходимости сотрудничества для реализации этого проекта и принял участие в создании “Критической флоры Кавказа” (*Flora caucasica critica*) (Kuznetsov et al., 1901–1916)<sup>21</sup>. Она была задумана Кузнецовым как пробная, и теоретический посыл ее, по оценке Е.М. Лавренко, биографа Кузнецова, состоял “в выяснении истории флоры Кавказа и филогенеза ее частей” (Lavrenko, 1965). Возможно, уже тогда Палибин усвоил исторический подход к изучению растительного покрова местностей со сложным геологическим рельефом, что сказалось позднее в его оценке своеобразия размещения Забайкальской флоры.

11 февраля 1898 г. Палибин был избран действительным членом Императорского Русского географического общества (ИРГО), о чем была сделана запись в именном свидетельстве за № 886<sup>22</sup>. Это событие открыло для него широкие горизонты, так как, будучи членом Общества, он мог много путешествовать и накапливать необходимый флористический материал. По заданию Совета ИРГО в 1899 г. Палибин был командирован в восточную Монголию для географических и естественно-исторических

исследований<sup>23</sup>. В выданном ему 17 мая 1899 г. заграничном паспорте за подписью товарища министра иностранных дел, графа В.Н. Ламздорфа читаем: “Всемилоостивейше повелеваем И.В. Палибина не только свободно и без задержания везде пропускать, но и всякое благоволение и вспоможение ему оказывать”<sup>24</sup>. За время поездки в Монголию Палибин собрал обширную коллекцию образцов растений и нанес на карту караванный маршрут в 3 тыс. км. Отчет молодого исследователя, представленный в ИРГО после экспедиции, был награжден серебряной медалью.

Свой интерес к описанию флоры Забайкальского края и соседней Монголии он сохранил на многие годы. Научная заинтересованность Палибина совпала с возросшим вниманием государства к азиатским владениям. Изучением научного и хозяйственного потенциала восточных областей России уже с середины XIX в. успешно занимались отделы ИРГО. К делам одного из них на долгие годы приобщился Палибин. Устав ИРГО давал широкие возможности для сотрудничества профессионалов и натуралистов-любителей. Это обстоятельство и близость научных интересов привлекли Палибина к Обществу.

На территории Приамурского генерал-губернаторства был открыт в 1894 г. Приамурский отдел ИРГО и его Троицкосавско-Кяхтинское отделение (ТКО). Первым руководителем ТКО стал врач, антрополог и этнолог Ю.Д. Талько-Грынцевич<sup>25</sup>, который находился на этом посту четырнадцать лет. На церемонии открытия отделения он заявил, что научная миссия созданного ТКО не должна ограничиваться местными образовательными целями изучения родного края, она может приобрести значение для всего цивилизованного мира. “Если Кяхта имеет общеевропейскую известность торгового центра, — пояснил он свою мысль, — то ей может предстоять не меньшая культурная будущность, как научной станции для изучения востока, поскольку именно она может служить самым подходящим местом для хранения естественнонаучных коллекций и проведения

<sup>18</sup> Коржинский Сергей Иванович (1861–1900) — ботаник, эволюционист, один из основоположников фитоценологии. Автор концепции гетерогенезиса, основанной на идее скачкообразного видообразования. Действительный член Петербургской Академии наук (1896).

<sup>19</sup> Кузнецов Николай Иванович (1864–1932) — ботаник. Автор работ по систематике и филогении цветковых растений, флоре Кавказа. Преподавал на Женских педагогических курсах Санкт-Петербургского Фребелевского общества (1884–1885), Юрьевском университете (1885–1915), Таврическом университете (1918–1921), Петроградском (Ленинградском) университете (1921–1932). Директор Никитского Ботанического сада (1915–1918).

<sup>20</sup> НБ МГУ ОРКР. Ф. 32. Карт. 4. Д. 79 (Письма Палибина Петунникову). Л. 14.

<sup>21</sup> Всего с 1901 по 1916 г. было опубликовано 45 выпусков “*Flora caucasica critica*”, в советское время издание было прекращено.

<sup>22</sup> СПбФ АРАН. Ф. 854. Оп. 1. Д. 103. Л. 3.

<sup>23</sup> Там же. Л. 6.

<sup>24</sup> Там же. Л. 5.

<sup>25</sup> Талько-Грынцевич Юлиан Доминикович (1850–1936) — польский антрополог, врач, этнограф. Получил медицинское образование в Киевском университете, работал врачом в Звенигородке (Киевская губ.), Троицкосавске (Иркутская губ.). Занимался археологическими раскопками и изучением физической антропологии народов Сибири. Был одним из инициаторов создания Кяхтинского краеведческого музея, возглавлял Троицкосавско-Кяхтинское отделение ИРГО.

научных наблюдений”<sup>26</sup> (Grodekov, 1894, с. 9). Эти непрерывные наблюдения над природой постоянно живущих здесь людей, заметил он, особенно ценны, они доступны не только профессионалам, но и талантливим наблюдателям-самоучкам.

О сотрудничестве Палибина с ТКО практически ничего неизвестно, если не считать беглого упоминания А.Н. Орловой<sup>27</sup> о нем как о кураторе с 4 по 15 том “Трудов ТКО” (Orlova, 1941), и в “Энциклопедии Забайкалья”, в которой он лаконично представлен как сотрудник Кяхтинского краеведческого музея. На самом деле, на протяжении всей активной жизни Палибин сохранял живой интерес к ТКО. В своей многообразной деятельности он выкраивал время для обработки его коллекций и презентации их на страницах научных журналов. Даже находясь в дальних поездках, он в течение 12 лет умудрялся курировать “Труды ТКО”. Палибин умел сплотить вокруг себя доброжелателей общества, вел активную переписку с его выдающимися коллекторами В.С.<sup>28</sup> и М.И. Моллесон<sup>29</sup> и П.С. Михно<sup>30</sup>, руководителем отделения Талько-Грынцевичем, неизменно демонстрируя бескорыстие и щедрость. Задача, которую он поставил перед членами ТКО, состояла в том,

чтобы собирать сырой материал и проводить добросовестные наблюдения, а обработку, систематизацию и интерпретацию его предоставить более компетентным специалистам.

Между ТКО и Палибиным сразу же установилась тесная связь. По свидетельству члена ТКО Н.Г. Титовского, в 1899 г. на пути в Монголию Палибин и сопровождавший его монголовед и фольклорист А.Д. Руднев<sup>31</sup>, заглянули в окрестности Кяхты и Троицкосавска<sup>32</sup>, видимо, уже тогда состоялось знакомство петербургских ученых с деятельностью ТКО, положившее начало многолетней дружбе. В том же 1899 г. в “Трудах ТКО” появилось первое упоминание о Палибине, который взялся определить коллекцию флоры Троицкосавска<sup>33</sup>.

Показательно письмо Талько-Грынцевича к Палибину, датированное 3 мая 1900 г.: “Многоуважаемый Иван Владимирович, большое Вам спасибо за присланный определенный Вами гербарий, как равно за то сочувствие, какое Вы оказываете нашему Отделению, обещая заняться определением нашего гербария в будущем, как ровно, что в лице Вашем приобретаем ценного сотрудника. Всякая присланная Вами работа будет тем еще для нас ценнее, что со времени основания отделения, ни одна работа по ботанике не появилась в наших изданиях”<sup>34</sup>. Далее автор письма сообщал о неудачных до сих пор попытках найти определителей для флористических коллекций. Даже Я.П. Прейн<sup>35</sup>, автор работы по флоре Забайкалья, ничем им не помог, хотя переписка с ним велась четыре года. Ничем не увенчались обращения с подобной просьбой во Флористическое отделение Общества акклиматизации животных и растений и к частным лицам. “В настоящее время, — продолжал руководитель ТКО, — посылаю Вам для определения гербарий, собранный супругами г.г. Моллесон по Северному склону хребта Хандагая,

<sup>26</sup> Об открытии Троицкосавско-Кяхтинского отделения Приамурского отдела Императорского русского географического общества. Иркутск: типо-литография К.И. Витковской. 1894. С. 9.

<sup>27</sup> Орлова Алевтина Николаевна (1864 — после 1956) — старейшая сотрудница ТКО, а затем Кяхтинского краеведческого музея. Со времени создания ТКО (1894) участвовала в его работе. С начала XX в. вошла в состав Распорядительного комитета, работая одновременно в разных комиссиях и собирая коллекции во время экскурсий по уездам Забайкалья.

<sup>28</sup> Моллесон Владислав Степанович (1853—1898) — коллектор и хранитель коллекций Музея ТКО (с 1896 г.), член Распорядительного и Редакционного комитетов ТКО. Положил начало систематизации естественнонаучных коллекций отделения.

<sup>29</sup> Моллесон (Александрова) Мария Ивановна (1858—1922) — коллектор и хранитель коллекций Музея ТКО. С 1873 г. преподавала в Троицкосавской женской гимназии. С 1898 г. после смерти мужа вошла в состав ТКО. С 1899 г. заведовала Музеем ТКО, с 1908 г. параллельно стала заведовать его Библиотекой, неизменно оставаясь членом Редакционного комитета. Единственная получала жалованье в ТКО, так как все время отдавала работе в Обществе.

<sup>30</sup> Михно Петр Саввич (1867—1938) — один из учредителей ТКО, неизменный член его Распорядительного комитета. Попал в Троицкосавск в 1888 г. после окончания Глуховского учительского института. Преподавал в четырехклассном городском училище, закончил карьеру учителем-инспектором. Один из наиболее деятельных членов ТКО, собрал для него уникальные естественнонаучные коллекции. С 1923 по 1938 г. — директор Кяхтинского краеведческого музея.

<sup>31</sup> Руднев Андрей Дмитриевич (1878—1958) — ученый-монголовед, фольклорист. Преподавал монгольский язык на Восточном факультете Санкт-Петербургского университета. В 1918 г. выехал в Финляндию, где преподавал музыку в Выборгском музыкальном училище (1923—1940), латынь в шведском лицее г. Выборга (1925—1931), русский язык в Хельсинском университете (1940—1947).

<sup>32</sup> Труды ТКО. 1901. Т. IV. Вып. 1. С. 81—96.

<sup>33</sup> Труды ТКО. 1899. Т. II. Вып. 1. С. 118.

<sup>34</sup> СПбФ АРАН. Ф. 854. Оп. 1. Д. 152. Л.1—10б.

<sup>35</sup> Прейн Яков Павлович (1860—1905) — преподаватель Иркутской гимназии. По поручению Восточно-Сибирского отделения ИРГО провел масштабные ботанические и почвенные исследования региона. Редактировал “Известия ВСОИРГО”. Автор ряда работ по флоре Иркутской и Енисейской губерний. Правитель дел ВСОИРГО.

водораздела между рр. Иро и Чикоем (в Монголии), а по возвращении будем посылать другие коллекции музея, как об этом Вы пишете. За это лето надеемся еще увеличить наши коллекции и кроме других мест собрать флору горы Бурин-хана в 30 верстах от Гусино озера (это та местность, куда ездил в прошлом году А.Д. Руднев). Таким образом, если позволите Вам им посылать, работы надолго хватит, конечно, могут попадаться одни и те же виды. Может быть, захотите сделать нам некоторые указания для собирателей. Мария Ивановна [Моллесон – Р.Ф., Г.Л.] собирается писать Вам подробно о гербариях<sup>36</sup>. В конце письма Талько-Грынцевич упомянул о полезных для библиотеки ТКО очерке Палибина о флоре Кореи и заметке о “старом Шастине”<sup>37</sup>. Он сообщил о посылке брошюры о флоре Забайкалья, составленной любителем-ботаником Г.А. Стуковым<sup>38</sup>. “Жена моя шлет Вам свой привет, а я крепко жму Вашу руку. Уважающий Вас, Ю. Талько-Грынцевич”, – закончил он свое письмо<sup>39</sup>.

Палибин ревностно занялся определением и описанием флоры западного Забайкалья и северной Монголии по сборам коллекторов ТКО. Уже в IV томе “Трудов” за 1901 г. появилась его первая статья о растительности северной Монголии, посвященная флоре северных склонов хребта Хандагай (Palibin, 1901). Палибин опирался на сборы В.С. (1895 г.) и М.И. Моллесон (1899), упомянув для сравнения коллекцию растительности между Кяхтой и Ургой, составленную проф. А.А. Бунге<sup>40</sup> в 1831 г. во время его

следования в Китай и хранящуюся в китайско-монгольском гербарии Ботанического музея ИАН. Автор обратил внимание на неизученность этой территории несмотря на то, что Кяхта издавна служила отправным пунктом для экспедиций в Центральную Азию. По его оценке, ситуация существенно изменилась со времени основания ТКО, дело исследования местной природы стало развиваться “на прочных основаниях”, небольшие экскурсии членов отделения продвинули изучение окрестных районов.

Продолжая тему, начатую когда-то В.С. Моллесоном, Палибин показал, какое пагубное влияние на состояние лесных угодий оказывают рукотворные пожары, называемые “палами”. При повторном их действии ценные лиственницы и кедры не возобновляются, они уступают место менее прихотливым породам – сначала сосне, а затем березе и осине. Вместе с хищнической рубкой леса преднамеренные пожары, заявил он, наносят непоправимый урон природе – мелеют озера и малые реки, контрастней становятся перепады зимней и летней температуры, и без того сухой климат становится еще суше. Вообще, Палибину в условиях засушливого климата Забайкалья казалось сомнительным распространенное мнение, что леса в этой местности вытесняют степи. Впрочем, окончательное решение он откладывал до тщательного анализа местных почв и климата (Palibin, 1901).

Его интерес к растительности Забайкалья и прилегающей Монголии оказался настолько живым, что возвращая в марте 1902 г. определенный им гербарий растений из различных областей Сибири, ученый подтвердил готовность и дальше заниматься обработкой флористических коллекций ТКО и предложил на ближайшее лето организовать экспедицию в Монголию к юго-востоку от Кяхты для сбора семян, плодов, луковиц цветковых растений, грибов, мхов и лишайников. Адресовав Палибина к Михно и братьям А.А.<sup>41</sup> и И.А. Лушниковым<sup>42</sup>, собиравшимся в Монголию, в ТКО выполнили его просьбу и выслали семена китайских овощей для раздачи при чтении лекций о природе Монголии и

<sup>36</sup> СПбФ АРАН. Ф. 854. Оп. 1. Д. 152. Л.1–10б.

<sup>37</sup> Шастин Николай Петрович (1862–1916) – священник. Миссионер Цакирской Никольской церкви Забайкальской области (1885–1893); священник церкви Святой Троице в Урге (ныне г. Улан-Батор).

<sup>38</sup> Стуков Георгий Андреевич (1854–1912) – краевед, ботаник. Преподаватель Нерчинского духовного училища, заведующий Нерчинским краеведческим музеем (1894–1897), Читинским краеведческим музеем (1901–1904). Один из учредителей Забайкальского отделения ИРГО. Занимался изучением флоры Забайкалья. В 1908 г. принял участие в работе экспедиции по изучению природы Агинской степи, в результате собрал обширный гербарий, насчитывающий более 500 видов растений. Автор ряда статей о растительности Забайкалья.

<sup>39</sup> СПбФ АРАН. Ф. 854. Оп. 1. Д. 152. Л.1–10б.

<sup>40</sup> Бунге Александр Андреевич (1803–1890) – ботаник-систематик, ботанико-географ, действительный член Императорской академии наук. Получив образование в Дерптском университете, участвовал в экспедиции К.Л. Ледебура на Алтай (1826), где после работал врачом. Участник многочисленных экспедиций (Монголия и Китай, 1830–1832; Иран и Афганистан, 1857–1859). В 1836–1867 гг. профессор ботаники Дерптского университета, директор университетского ботанического сада.

<sup>41</sup> Лушников Александр Алексеевич (1872–1947) – художник и фотограф. Сын известного кяхтинского купца-мецената – Алексея Михайловича Лушникова. Учился в Петербургской Академии художеств, затем в Париже у Ф. Кормона.

<sup>42</sup> Лушников Иннокентий Алексеевич (1874–1921) – редактор-издатель. Владел фотомастерской и типографией в Селенгинске, выпускал газету “Восточное обозрение”. Сын купца, члена ИРГО, активно финансировавшего ТКО и Кяхтинский музей, Алексея Михайловича Лушникова.

гербарий растений, собранный Михно в Западном Забайкалье и Монголии в 1898–1900 гг.<sup>43</sup>

Тогда же Палибин подарил ТКО отгиск своей статьи “Памяти К.И. Максимовича” в “Трудах Ботанического сада Юрьевского университета”, открыв серию статей в “Трудах ТКО” под общей шапкой: “Материалы для флоры Забайкалья” и “Материалы для флоры Северной Монголии”. В первой статье цикла о флоре Забайкалья “Растительность горы Бурин-хан” автор оценил сборы Михно и М.И. Моллесон как довольно полно отражающие высшие споровые и цветковые растения и сохранившиеся эндемики (Palibin, 1902).

С тех пор публикации статей из обеих серий стали появляться в “Трудах ТКО” довольно часто, только в двух выпусках 6-го тома (1903) было опубликовано 4 статьи, по две из каждой серии. В этих статьях Палибин пользовался сборами Михно на Ямаровских минеральных водах в Забайкалье и М.И. Моллесон, найденных в Монголии на северных склонах водораздела между реками Чикой и Иро летом 1902 г.<sup>44</sup>

Усердие Палибина было вскоре оценено, вот что сообщалось о нем и его сотоварище из Петербурга, приобщенном им к сотрудничеству с ТКО: “За услуги, оказанные отделению, избраны в действительные члены отделения, как бесплатные<sup>45</sup> члены отделения, без баллотировки как члены ИРГО, консерватор Императорского ботанического сада Иван Владимирович Палибин и магистрант монгольской словесности Андрей Дмитриевич Руднев в Санкт-Петербурге”<sup>46</sup>. Избрание случилось в 1903 г. Из иногородних авторов ТКО Палибин оказался наиболее плодовитым, что и было отмечено в отчете за 1904 г., о нем так и писали: “наш неутомимый сочлен И.В. Палибин, обогащающий своими работами наши издания”<sup>47</sup>.

Чтение статьи Палибина “Заметки о корне хунчир” из северо-монгольской серии на общем собрании членов ТКО сопровождалось демонстрацией образцов корня, плодов и семян растения “хунчир” (азиатская солодка), подаренных отделению Императорским ботаническим садом в Петербурге<sup>48</sup>. Это растение уже

давно было известно путешественникам по Центрально-Азиатскому региону, Палибин упомянул работы русских и западных авторов, сославшись, в частности, на книгу С.И. Коржинского “Флора востока России”. В 1899 г. во время поездки в Восточную Монголию Палибин наблюдал это лекарственное растение в природе. Пользующееся большим спросом в Монголии и Китае, из-за хищнического промысла в Китае оно почти исчезло.

В статье 1904 г. “Очерк растительности монгольских степей между Ургой и Калганом” Палибин описал участок юго-восточной части Монголии, через которую проходил караванный путь от Урги на севере до Калгана на юге. На этот раз он воспользовался сборами доктора Д.К. Заболотного<sup>49</sup>, отправленного в 1898 г. в Китай с медицинской целью, подробно проанализировав работы предшественников, занимавшихся этой флорой, и дав в заключение каталог растений, составленный по системе А. Энглера (Palibin, 1904).

Продолжая составление флористических списков, Палибин в 1905 г. описал сборы Михно в Забайкалье в районе верховьев р. Джиды, левого притока Селенги, сделанные им в 1896–1902 гг. по пути на оз. Косогол, но скудные и требующие дальнейшего пополнения (Palibin, 1905c). В статье о ботанических исследованиях между р. Джидой и оз. Косогол он анализировал работу сотрудников Ботанического сада В.Л. Комарова и А.А. Еленкина. Он полагал, что цель их поездки на оз. Косогол в 1902 г. для определения западной границы восточно-азиатской растительности не была достигнута, поскольку растительность восточных Саян не оказалась схожей с флорой восточного берега оз. Косогол. Он предложил собственную оригинальную концепцию распределения растительности в прикосокольском районе. В этой местности, заметил он, попадают элементы горного, равнинного, степного и даже болотного ландшафтов и соответствующая им растительность, здесь встречаются зоны южно-сибирских таежных лесов и северо-монгольской лесостепи, но граница между ними размыта. На склонах таежных гор, особенно со стороны востока, он встретил вкрапления степной растительности (Palibin, 1905d).

<sup>43</sup> Обыкновенное общее собрание // Труды ТКО. 1902. Т. V. Вып. 1. С. 35–36.

<sup>44</sup> Труды ТКО. 1903. Т. VI. Вып. 1. С. 42–55.

<sup>45</sup> Не платящие членских взносов.

<sup>46</sup> Труды ТКО. 1903. Т. VI. Вып. 1. С. 87.

<sup>47</sup> Труды ТКО. 1904. Т. VII. Вып. 3. С. 209.

<sup>48</sup> Труды ТКО. 1903. Т. VI. Вып. 1. С. 4. 7–20.

<sup>49</sup> Заболотный Даниил Кириллович (1866–1929) – бактериолог и эпидемиолог. Работал в очагах эпидемии холеры и дифтерии, провел испытание противодифтерийной сыворотки на себе и применил ее при широко-масштабном лечении людей. Академик Всеукраинской академии наук (1922), Белорусской академии наук (1928), АН СССР (1929).

В работе “Ботаническая экскурсия на р. Хара-гол” Палибин описал маршрут М.И. Моллесон к верховью горной р. Хара-гол, впадающей в р. Орхон, смену ландшафтов на ее пути и скудную растительность горной долины р. Билюбий, где Мария Ивановна провела 3 недели<sup>50</sup>. Собираясь в 1906 г. за границу, Палибин переслал в Кяхту часть определенной им коллекции, оставшуюся (материалы О.Н. Малышева, П.С. Михно, М.И. Моллесон, собранные в Северной Монголии) обещал вернуть по возвращении<sup>51</sup>.

В совместной статье с М.Я. Галвяло<sup>52</sup> Палибин опять вернулся к теме корня хунчир<sup>53</sup> (Palibin, Galvyalo, 1908). Он вспомнил свою поездку вместе с А.Д. Рудневым в юго-восточную Монголию в ноябре 1899 г. и подробно остановился на истории изучения корня, широко распространенного в Монголии, Западном Китае, Маньчжурии, и на результатах химических анализов в физико-химической лаборатории проф. М.Д. Ильина<sup>54</sup> в ВМА. В выступлении на собрании ТКО Палибин, отметив вклад отделения в изучении лечебных свойств этого растения и вообще китайской медицины, назвал имена его первооткрывателей в окрестностях Троицкосавска священников о. Н. Шастина и о. А. Добромыслова<sup>55</sup>.

К числу публикаций нашего героя на страницах “Трудов ТКО” можно отнести его сообщение о забайкальском землетрясении, случившемся 26 ноября 1903 г. (Palibin, 1905a), и его обстоятельную рецензию сборника статей по геологии, изданного друзьями

и учениками И.В. Мушкетова<sup>56</sup> на свои средства и посвященного его памяти (Palibin, 1905b). В своем обзоре он остановился на статьях, касавшихся географии и геологии Сибири и Монголии, соответствовавших тематике ТКО, авторами которых были К.И. Богданович, А.П. Герасимов, В.А. Обручев.

1902–1906 гг. — наиболее интенсивный период определения цветковых растений в сборах ТКО. Именно тогда Палибин напечатал, по нашим подсчетам, 13 статей в “Трудах ТКО”, тогда как в информационном системе Геологического института РАН подобных публикаций обнаружилось только 6, и они просто тонут в обширном списке его работ в разных научных журналах. Следует заметить, что обработка флористических коллекций ТКО и их презентация на страницах его “Трудов” составляли лишь малую долю кипучей деятельности Палибина, но ценность его вклада велика, поскольку его работы базировались на опыте личных наблюдений живой растительности Забайкалья и Монголии, на тщательном изучении соответствующих гербарных коллекций столичных ботанических учреждений (музея и сада) и доступной флористической литературы, они в высшей степени профессиональны. Все эти качества и широкая эрудиция позволили Палибину заметить своеобразие распределения растительности на территории Забайкалья.

Значительным подспорьем для коллекторов растительности Забайкалья и всей Сибири стали руководства Палибина в виде индивидуальных брошюр или напечатанные в общих инструкциях по сбору естественнонаучного и этнографического материала (Palibin, 1911, 1912).

После перевода печатания “Трудов ТКО” в 1903 г. в Петербург, надо думать, не без участия Палибина<sup>57</sup>, он стал незаменимым помощником во всех делах журнала. Прежде всего он взял на себя окончательное редактирование текстов и переписку в этой связи с

<sup>50</sup> Труды ТКО. 1905. Т. VIII. Вып. 2. С. 15–34.

<sup>51</sup> Труды ТКО. 1906. Т. IX. Вып. 2. С. 49.

<sup>52</sup> Галвяло Михаил Яковлевич (1875–1942) — ученый-медик, биохимик, организатор здравоохранения. Работал в Военно-медицинской академии (1902–1941). Занимался изучением биологически-активных веществ, гормонов, витаминов. Проанализировал биохимический состав корня женьшеня и определил возможности его медицинского использования.

<sup>53</sup> Хунчир — это название относится к *Astragalus mongholicus* Bunge и близким видам, но также и к видам рода *Glyzyrrhiza* L.

<sup>54</sup> Ильин Михаил Дмитриевич (1866–1942) — биохимик. С 1895 по 1924 г. преподавал в Военно-медицинской академии. С 1925 по 1930 г. — профессор Государственного института медицинских знаний, с 1930 по 1942 г. — научный сотрудник Ленинградского НИИ рыбоконсервной промышленности.

<sup>55</sup> Добромыслов Александр Николаевич (1878–1938) — священник (с 1894 г.). После Февральской революции снял сан священника и стал общественным деятелем, выступал за отделение церкви от государства и проведение внутрицерковных реформ. Коллектор и краевед.

<sup>56</sup> Мушкетов Иван Васильевич (1850–1902) — геолог, исследователь месторождений полезных ископаемых на Урале, Кавказе, Средней Азии, Восточной Сибири. Профессор кафедры геологии, геогнозии и рудных месторождений Санкт-Петербургского Горного института.

<sup>57</sup> Перевод был связан с целым рядом причин: печатание в столице обходилось дешевле, а качество полиграфии было выше, чем в провинциальных типографиях; в европейской части России проживало большинство авторов — определителей коллекций ТКО, для них Петербург был ближе любого сибирского города. Решающим доводом послужило то, что в Петербурге нашлись добровольные помощники журнала, кроме Палибина, геолог И.П. Толмачев и монголовед А.Д. Руднев.

авторами. Письма Палибина к известному палеонтологу М.В. Павловой в 1911 г. по поводу публикации ее статьи с описанием палеонтологической коллекции отделения сохранились в ее фонде (ф. 311) Архива РАН<sup>58</sup>. Письма свидетельствуют о том, насколько щепетильно он относился к публикуемым материалам. Палибин заботился о точности воспроизведения текста и особенно таблиц. В последнем случае его особенно волновало качество полиграфии, он радовался участию в публикациях ТКО видных специалистов, ему импонировало, что на фоне ежегодников сибирских научных обществ “Труды ТКО” смотрятся достойно и даже превосходят многих из них содержанием и качеством полиграфии. Палибин охотно брал на себя корректуру статей, к некоторым публикациям ботанического содержания давал свои дополнения и комментарии. А.А. Райченко, автор статьи о сине-зеленой водоросли с оз. Косогол, благодарил его за помощь в поисках необходимой литературы (Raichenko, 1905)<sup>59</sup>. Помощником Палибина в издательских делах был упоминавшийся выше Руднев. Он курировал статьи по монголоведению, особенно тщательно вычитывая оригинальные тексты бурят-монгольского фольклора.

Во всех критических случаях, когда судьба журнала ТКО висела на волоске из-за дефицита денег, Палибин приходил на выручку. Благодаря хлопотам Палибина и председателя Отделения физической географии ИРГО Ф.Н. Чернышева центральное отделение заплатило типографии “Герольд” 600 р. долга за печатание третьего выпуска седьмого тома “Трудов” за 1904 г.<sup>60</sup> Тогда ТКО благодарило “И.В. Палибина за многолетние его труды на пользу Отделения, за наблюдения и хлопоты, которые он принял на себя по печатанию изданий, по определению коллекций музея и, наконец, за всякие ходатайства, направленные на пользу отделения”<sup>61</sup>.

В 1907 г., когда положение было особенно серьезным из-за задержки поступления государственных субсидий на печатание “Трудов”, когда не помогло обращение в высокие инстанции Петербурга, Хабаровска, Иркутска с просьбой о финансовой поддержке, пришлось задержать высылку в Петербург уже готового к печати 10-го тома. Палибин в этом году выезжал в Швейцарию “для ученых занятий”, а конкретнее для подготовки докторской диссертации.

Передав свои полномочия по журналу И.П. Толмачеву<sup>62</sup>, он уехал, а в мае 1907 г. из Женевы от него пришло сообщение о намерении Женевского городского гербария (Conservatoire à Argana) купить у ТКО гербарий монгольских растений из 300–400 видов. М.И. Моллесон срочно принялась составлять коллекцию из дубликатов<sup>63</sup>. Эта скромная материальная поддержка не смогла бы впредь спасти ситуацию, пришлось перевести печатание журнала в другую более доступную по расценкам типографию, но она оказалась очень своевременной.

В 1910 г. к Палибину была обращена всегдашняя просьба следить за изданием 11, 12, 13-го томов “Трудов” и дано еще одно деликатное поручение – “прощупать” отношение совета ИРГО к намерению ТКО увеличить расходы в виду неотложности ремонта здания музея и необходимости пристройки для торгово-промышленного отделения. Ситуация осложнялась тем, что ТКО в силу стечения неблагоприятных обстоятельств, оказалось на время лишенным Правителя дел. И на этот раз “неутомимый петербургский сочлен” Палибин помог в спасении “скромного очага знаний в крае, отдаленном на тысячи верст от умственных центров”. Он частично взял на себя обязанности Правителя дел. Ему отделение было обязано выходом в свет 11-го тома “Трудов”<sup>64</sup>.

Палибину часто выпадала роль посредника в отношениях между Кяхтой и столицей Российской империи. Он всегда выступал в роли ходатая по делам ТКО перед советом ИРГО. Ему поручали от имени ТКО приветствовать председателя Энтомологического общества А.П. Семенова Тянь-Шанского<sup>65</sup> по случаю 25-летия его научной деятельности<sup>66</sup>. Вместе с Рудневым он был делегирован от ТКО на празднование 200-летия М.В. Ломоносова в ИАН в 1911 г. и опубликовал подробный отчет об этом торжестве и текст поздравительного адреса ТКО по этому случаю, а также текст своего выступления на празднестве. Через Палибина

<sup>58</sup> АРАН. Ф. 311. Оп. 3. Д. 184. Л. 27 об., Л. 34.

<sup>59</sup> Труды ТКО. 1905. Т. VIII. Вып. 3. С. 55–63.

<sup>60</sup> Труды ТКО. 1906. Т. IX. Вып. 1. С. 30.

<sup>61</sup> Там же.

<sup>62</sup> Толмачев Иннокентий Павлович (1872–1950) – российский и американский геолог. Работал в Геологическом кабинете Юрьевского университета (1897–1899), Геологическом музее АН (1899–1920). В 1922 г. выехал в США, где работал хранителем Музея Карнеги и профессором Питтсбургского университета.

<sup>63</sup> Труды ТКО. 1907. Т. X. Вып. 1, 2. С. 4, 11.

<sup>64</sup> Труды ТКО. 1910. Т. XIII. Вып. 1. С. 5, 174.

<sup>65</sup> Семенов-Тянь-Шанский Андрей Петрович (1866–1942) – энтомолог, коллектор, переводчик. Совершил экспедиции по Закаспийской области и Западному Туркестану (1888–1889). Работал в Зоологическом институте АН (1890–1941).

<sup>66</sup> Труды ТКО. 1914. Т. XIV. Вып. 2. С. 1, 13.

осуществлялась такая важная для отделения задача как заказ у столичных художников портретов видных исследователей Сибири и особо значимых для него деятелей и ученых: приамурского генерал-губернатора С.М. Духовского, П.П. Семенова-Тян-Шанского, Ю.Д. Талько-Грынцевича, востоковедов В.В. Радлова, В. Томсена. Палибин всегда был безотказен в выполнении любых просьб отделения.

Как многолетний сотрудник петербургских ботанических организаций Палибин стал связующим звеном между ТКО и финскими ботаниками, профессорами Гельсингфорского университета П.А. Карстеном<sup>67</sup> и В.Ф. Бротерусом<sup>68</sup>, которые согласились определить споровые растения из коллекций ТКО. В честь Палибина Карстен назвал один из видов гриба пикнопоруса *Rusnoporos Palibini*. Руднев, давний друг Палибина и его помощник в курировании “Трудов ТКО”, осуществлял подобную миссию по отношению к финскому монголоведу Г.Й. Рамстедту<sup>69</sup>, члену Фино-угорского общества в Гельсингфорсе.

В 1911 г. случился настоящий триумф Палибина в ТКО. Решением Распорядительного комитета И.В. Палибин был избран в почетные члены ТКО за многочисленные заслуги. Он и Ю.Д. Талько-Грынцевич – единственные из сотрудников ТКО, удостоившиеся этой чести. Почти одновременно ТКО послало поздравление А.Д. Рудневу по случаю защиты им звания магистра монгольской словесности.

К 50-летию Кяхтинского краеведческого музея Палибин опубликовал статью, в которой обобщил опыт многолетнего ботанического описания Забайкальского края (Palibin, 1941). Судя по дате выхода в свет – 1941 г., сборник готовился к 1940 г. Действительно, за полвека до его издания, в 1890 г. начался сбор коллекций для будущего музея. На

<sup>67</sup> Карстен Петр Адольф (1834–1917) – финский миколог. Занимался систематикой грибов, оказывал помощь российским ученым в изучении видового разнообразия грибов России. Преподавал ботанику в Агрономическом институте Мустиалы (1864–1908).

<sup>68</sup> Бротерус Виктор Фердинанд (1849–1929) – финский ботаник, специалист по мхам и лишайникам. Член-корреспондент Императорской Академии наук (1910). Открыл и классифицировал более 1800 новых видов мхов. Работал учителем в шведской женской школе в городе Вааса (1871–1878), в шведской женской школе в Гельсингфорсе (Хельсинки) (1878–1917).

<sup>69</sup> Рамстедт Густав Йохан (1873–1950) – финский лингвист и дипломат, основоположник сравнительно-исторического монгольского и современного алтайского языкознания. Преподавал в Хельсинском университете (1906–1919). В 1919–1930 гг. посол Финляндии в Японии.

фоне этой даты маячит другая – 1938 г., год расстрела П.С. Михно, занимавшего пост директора музея с 1923 по 1938 г., безусловно, известная Палибину. Скорее всего, поэтому автор статьи больше пишет об истории изучения флоры Забайкалья, чем о музее, не забывая, тем не менее, отдать должное безымянному в силу цензуры “бывшему директору” и его сотрудникам и вспоминает ботаников старшего поколения, причастных к ее изучению, чья звезда взошла еще во времена ТКО: А.Ф. Флерова, Б.А. Федченко, Г.А. Стукова, Н.И. Кузнецова. О своем участии в создании фундаментального труда “Флора Забайкалья” (1929–1937) Палибин пишет скромно: “частичное редактирование всех выпусков, включая подготовленный 5-й, участие в составлении 4-го (ряда покрытосеменных семейств)” (там же, 81). В свое время в 1905 г. Палибин высказал мысль об оригинальности распределения растительности близ озера Косогол, где встречаются сибирская тайга и монгольская лесостепь. Необычная система районирования оказалась применимой ко всему Забайкалью. В виду сложности рельефа, включающего леса, степи, полупустыни и высокогорную тундру для “Флоры Забайкалья” был выбран орографический принцип районирования, распределение растительности по бассейнам отдельных рек<sup>70</sup>.

Великая Отечественная война 1941–1945 гг. застала Палибина в Ленинграде. Он оставался там во время блокады, охраняя имущество Ботанического института АН СССР. Весной 1943 г. его вывезли полуживого, с ним позднее случился удар, от которого он не оправился до конца жизни. Он был награжден Орденом Трудового Красного Знамени, медалями за доблестный труд в Великой отечественной войне 1941–1945 гг. и за оборону Ленинграда, в 1946 г. ему было присвоено звание Заслуженного деятеля науки.

Ученый скончался в Ленинграде 30 сентября 1949 г., похоронен на Шуваловском кладбище. Более дюжины новых видов растений были названы его именем, среди них: *Lilium Palibinianum* Fabe, *Syringa Palibiana* Nakai, *Leontopodium Palibianum* Beauverd, *Stellaria Palibinii* Schischkin, *Pulsatilla Palibinii* Ovez., *Dimerina Palibinii* Woronichin, *Salix Palibinii* Görz. Из числа ископаемых растений: род *Palibinia* Eug. Kor., *Sladophlebis Palibinii* Prynada, *Pannularia Palibinii* Jourevleva, *Palibini Nodosa* var. *Palibini Poretzky*, *Ulminium Palibinii* Jarm., *Caytonanthus Palibinii* Brick, *Platanus Palibinii* Jarm.

<sup>70</sup> Подобный принцип, применительно к “Критической флоре Кавказа”, был выбран в свое время Н.И. Кузнецовым.

Мы коснулись одной малоизвестной страницы жизни Палибина. На фоне его неутомимой деятельности — множества публикаций (более 230), бесконечных экспедиций, его заслуг в развитии отечественной ботаники и палеоботаники — история его привязанности к далекому сибирскому научному обществу может показаться скромной. Она лишней раз свидетельствует о щедрости и широте натуры этого замечательного ученого, готового разделить свою любовь к ботанике с близкими ему по духу энтузиастами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Grodekov] Гродеков Н.И. 1894. Об открытии Троицко-савско-Кяхтинского отделения Приамурского отдела Императорского Русского географического общества. Иркутск. 27 с.
- [Kaufman] Кауфман Н.Н. 1889. Московская флора или описание высших растений и ботанико-географический обзор Московской губернии. 2-е изд. испр. и доп. / под ред. П. Маевского. М. 802 с.
- [Kuznetsov et al.] Кузнецов Н.А., Буш Н.А., Фомин А.В. 1901–1916. Flora caucasica critica. Материалы для флоры Кавказа. Критическое систематико-географическое исследование. Части 1–4. Вып. 1–9. Юрьев.
- [Lavrenko] Лавренко Е.М. 1965. Николай Иванович Кузнецов как ученый (К столетию со дня рождения). — Бот. журн. 5(1): 151–155.
- [Orlova] Орлова А.Н. 1941. Кяхтинский краеведческий музей им. акад. Обручева. — В кн.: 50 лет Кяхтинскому музею краеведения им. акад. В.А. Обручева. М.–Л. С. 9–19.
- [Palibin] Палибин И.В. 1901. Материалы для флоры Северной Монголии. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. IV(1): 15–41.
- [Palibin] Палибин И.В. 1902. Материалы для флоры Забайкалья. I Растительность горы Бурин-хан. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. V(1): 12–21.
- [Palibin] Палибин И.В. 1904. Очерк растительности монгольских степей между Ургой и Калганом. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. VII(3): 24–56.
- [Palibin] Палибин И.В. 1905а. Байкальское землетрясение 13(26) ноября 1903 г. По поводу новой книги: Список землетрясений по наблюдениям Иркутской магнитно-метеорологической обсерватории, № 4, “Изв. Вост.-Сиб. Отд. ИРГО”, т. XXXIV, вып. 3 (1903). СПб. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. VIII(2): 20–21.
- [Palibin] Палибин И.В. 1905б. По поводу книги, посвященной памяти И.В. Мушкетова и трудов некоторых его учеников по географии и геологии Восточной Азии. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. VIII(2): 9–19.
- [Palibin] Палибин И.В. 1905с. Материал для флоры Забайкалья. III. Растительность верховьев р. Джиды. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. VIII(3): 25–30.
- [Palibin] Палибин И.В. 1905d. Материал для флоры Северной Монголии. IV. Ботанические исследования между р. Джидой и оз. Косогол. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. VIII(3): 31–54.
- [Palibin] Палибин И.В. 1911. Общие указания относительно сбора ботанических коллекций в Сибири. СПб. — 7 с.
- [Palibin] Палибин И.В. 1912. Краткая программа для сбора ботанических коллекций в Сибири. — В кн.: Сборник инструкций и программ для участников экспедиций в Сибирь. СПб. — С. 91–98.
- [Palibin] Палибин И.В. 1941. Успехи изучения флоры Бурят-Монгольской АССР и Кяхтинский краеведческий музей. — В кн.: 50 лет Кяхтинскому музею краеведения им. акад. В.А. Обручева. М.–Л. — С. 78–83.
- [Palibin, Galvyalo] Палибин И.В., Галвяло М.Я. 1908. Питательные астрагалы китайско-монгольской флоры. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. XI(2): 6–26.
- [Raichenko] Райченко А.А. 1905. О сине-зеленой водоросли *Nostoc pruniforme* Agardh. — Труды Троицко-савско-Кяхтинского Отделения Приамурского отдела ИРГО. VIII(3): 55–63.
- [Syтин] Сытин А.К. 2014. Дмитрий Иванович Литвинов: материалы к биографии. — Истор.-биол. иссл. 6(3): 11–34.
- [Tikhomirov, Sofiano] Тихомиров В.В., Софиано Т.А. 1960. 10 лет со дня смерти И.В. Палибина. — Совет. геология. 3(1): 144–145.
- [Val'kova] Валькова О.А. 2006. Ольга Александровна Федченко (1845–1921). М. 317 с.
- [Vasil'ev, Kriштофович] Васильев А.В., Криштофович А.Н. 1950. Потери науки. Иван Владимирович Палибин (1872–1949). — Бот. журн. 35(6): 684–688.

## IVAN VLADIMIROVICH PALIBIN (1872–1949). FRIEND AND ASSISTANT OF TRANSBAIKAL NATURALISTS

R. A. Fando<sup>1, \*</sup>, G. I. Liubina<sup>1, \*\*</sup>

<sup>1</sup>*S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of RAS*

*Baltiiskaya Str., Moscow, 125315, Russia*

*\*e-mail: fando@mail.ru*

*\*\*e-mail: g.lubina2011@yandex.ru*

The article presents two little-known facts from the biography of the outstanding botanist Ivan V. Palibin: his entry, self-taught, into the milieu of professional botanists and his long-term co-operation with the Troitskosavsk-Kyakhta Branch (TKB) of the Imperial Russian Geographical Society (IRGS). In both cases, the driving motive behind his actions was a selfless love of botany and an early interest in the flora of the East Asian region, be it Transbaikalia, the Russian Far East, or northern Mongolia and Korea. The primary sources for the work were documents from St. Petersburg and Moscow archives and materials from the Proceedings of the TKB. He worked on a *pro bono* basis in the Herbarium of the Moscow University and the Herbarium of the Imperial Botanical Garden in St. Petersburg. In 1898 he became a member of the IRGS, which sent him to eastern Mongolia in 1899 for geographical and natural history research. During the trip the scientist established scientific contacts with the leadership of the Troitskosavsk-Kyakhta branch of the IRGS. At the request of the chairman of the department Y.D. Talko-Gryntsevich, Palibin identified plant species collected by local collectors and assisted in the preparation for publication of the department's scientific papers.

*Keywords:* Vladimir Ivanovich Palibin, Moscow University, Troitskosavsk-Kyakhta Branch of the Imperial Russian Geographical Society, St. Petersburg Imperial Botanical Garden

### REFERENCES

- Val'kova O.A. 2006. Ol'ga Aleksandrovna Fedchenko (1845–1921) [Olga Aleksandrovna Fedchenko (1845–1921)]. Moscow. 317 p. (In Russ.).
- Vasil'ev A.V., Krishtofovich A.N. 1950. Poteri nauki. Ivan Vladimirovich Palibin (1872–1949) [Loss Science. Ivan Vladimirovich Palibin (1872–1949)]. – Bot. zhurn. 35(6): 684–688. (In Russ.).
- Grodekov N.I. 1894. Ob otkrytii Troitskosavsko-Kyakhtinskogo otdeleniya Priamurskogo otdela Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva [On the opening of the Troitskosavsk-Kyakhta branch of the Priamursky Department of the Imperial Russian Geographical Society]. Irkutsk. 27 p. (In Russ.).
- Kaufman N.N. 1889. Moskovskaya flora ili opisaniye vysshikh rastenii i botaniko-geograficheskii obzor Moskovskoi gubernii. 2-e izd. ispr. i dop. / pod red. P. Maevskogo [Moscow flora or description of higher plants and botanical and geographical review of Moscow province. 2nd ed. revised and supplemented / edited by P. Mayevsky]. Moscow. 802 p. (In Russ.).
- Kuznetsov N.A., Bush N.A., Fomin A.V. 1901–1916. Flora caucasica critica. Materialy dlya flory Kavkaza. Kriticheskoe sistematiko-geograficheskoe issledovanie. Chasti 1–4. Vyp. 1–9 [Flora caucasica critica. Materials for the Caucasus flora. A critical systematic and geographical study. Parts 1–4. Vol. 1–9]. Yuriev. (In Russ.).
- Orlova A.N. 1941. Kyakhtinskiy kraevedcheskiy muzey im. akad. Obrucheva [Kyakhta Museum of Local Lore named after Acad. Obruchev]. – In: 50 let Kyakhtinskomu muzeyu kraevedeniya im. akad. V.A. Obrucheva [50 years of the Kyakhta Museum of Local Lore named after Acad. V.A. Obruchev]. Moscow–Leningrad. P. 9–19 (In Russ.).
- Lavrenko E.M. 1965. Nikolay Ivanovich Kuznetsov as a scientist (To the centenary of his birth). – Bot. Zhurn. 5(1): 151–155 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1901. Materialy dlya flory Severnoi Mongolii [Materials for the flora of Northern Mongolia]. – Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. IV(1): 15–41 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1902. Materialy dlya flory Zabaikal'ya. i Rastitel'nost' gory Burin-khan [Materials for the flora of Transbaikalia. I Vegetation of Burin-khan mountain]. – Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. V(1): 12–21 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1904. Oчерк rastitel'nosti mongol'skikh stepei mezhdU Urgoi i Kalganom [Sketch of the vegetation of the Mongolian steppes between Urga and Kalgan]. – Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. VII(3): 24–56 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1905a. Baikalskoe zemletryasenie 13(26) noyabrya 1903 g. Po povodu novoi knigi: Spisok zemletryasenii po nablyudeniyam Irkutskoi magnitno-meteorologicheskoi observatorii, № 4 [Baikal earthquake 13(26) November

1903. Regarding the new book: List of earthquakes from observations of Irkutsk magnetic-meteorological observatory, No. 4, "Izv. Vost.-Sib. Otd. IRGO", t. XXXIV, vyp. 3 (1903). SPb.]. — Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. VIII(2): 20–21 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1905b. Po povodu knigi, posvyashchennoi pamyati I.V. Mushketova i trudov nekotorykh ego uchenikov po geografii i geologii Vostochnoi Azii [Concerning the book dedicated to the memory of I.V. Mushketov and the works of some of his students on geography and geology of East Asia]. — Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. VIII(2): 9–19 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1905c. Material dlya flory Zabaikal'ya. III. Rastitel'nost' verkhov'ev r. Dzhidy [Material for the flora of Transbaikalia. III. Vegetation of the upper reaches of the Dzhida River]. — Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. VIII(3): 25–30 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1905d. Material dlya flory Severnoi Mongolii. IV. Botanicheskie issledovaniya mezhdru r. Dzhidoi i oz. Kosogol [Material for the flora of Northern Mongolia. IV. Botanical investigations between the Jida River and Lake Kosogol]. — Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. VIII(3): 31–54 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1911. Obshchie ukazaniya otnositel'no sbora botanicheskikh kollektzii v Sibiri [General instructions concerning the collection of botanical collections in Siberia]. St. Petersburg. 7 p. (In Russ.).
- Palibin I.V. 1912. Kratkaya programma dlya sbora botanicheskikh kollektzii v Sibiri [Brief programme for botanical collections in Siberia]. — In: Sbornik instruktzii i programm dlya uchastnikov ekspeditsii v Sibir' [Collection of instructions and programmes for participants of expeditions to Siberia]. St Petersburg. P. 91–98 (In Russ.).
- Palibin I.V. 1941. Uspekhi izucheniya flory Buryat-Mongol'skoi ASSR i Kyakhtinskii kraevedcheskii muzei [Successes of the study of the flora of the Buryat-Mongol ASSR and the Kyakhta Museum of Local Lore]. — In: 50 let Kyakhtinskomu muzeyu kraevedeniya im. akad. V.A. Obrucheva [50 Years of the Kyakhta Museum of Local Lore named after Acad. V.A. Obruchev]. Moscow–Leningrad. P. 78–83 (In Russ.).
- Palibin I.V., Galvyalo M.Ya. 1908. Pitatel'nye astragaly kitaisko-mongol'skoi flory [Nutritive astragalus of the Chinese-Mongolian flora]. — Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. XI(2): 6–26 (In Russ.).
- Raichenko A.A. 1905. O sine-zelenoy vodorosli *Nostoc pruniforme* Agardh [About the blue-green alga *Nostoc pruniforme* Agardh]. — Trudy Troitskosavsko-Kyakhtinskogo Otdeleniya Priamurskogo otdela IRGO. VIII(3): 55–63 (In Russ.).
- Sytin A.K. 2014. Dmitriy Ivanovich Litvinov: materialy k biografii [Dmitry Ivanovich Litvinov: materials to the biography]. — Istor.-biol. issl. 6(3): 11–34 (In Russ.).
- Tikhomirov V.V., Sofiano T.A. 1960. 10 let so dnya smerti I.V. Palibina [10 years since the death of I.V. Palibin]. — Sovet. geologiya. 3(1): 144–145 (In Russ.).