

УДК 502:582.394.4 (470)

ГРОЗДОВНИК ВИРГИНСКИЙ (*BOTRYCHIUM VIRGINIANUM* (L.) SW.) НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ДИНАМИКА ЧИСЛА МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ, ОХРАННЫЙ СТАТУС

П. Г. Ефимов^{1*}, Г. Ю. Конечная¹, Р. Курбель², **В. Н. Максимов**,
И. А. Смирнов³, И. А. Сорокина¹, Н. Г. Цейтин¹

¹ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН (ул. Проф. Попова, 2, Санкт-Петербург, Россия, 197376), *efimov@binran.ru; efimov81@mail.ru

² МТУ Каораамат (ул. Метсарве, 2/6, Лохква, Тартуский уезд, Эстония, 62207)

³ Новгородский государственный университет (ул. Советской Армии, 7, Великий Новгород, Россия, 173011)

В статье актуализированы сведения о распространении редкого вида растений *Botrychium virginianum* (L.) Sw. на Северо-Западе Европейской России. Подтверждено произрастание вида в трех местонахождениях в Ленинградской области, при том что на момент издания Красной книги региона (2018 г.) сведения о сохранившихся местонахождениях отсутствовали. Представлена карта местонахождений *B. virginianum* на Северо-Западе России с указаниями годов находок. Охарактеризована экологическая приуроченность вида и представлены данные о численности вида в сохранившихся местонахождениях. Приведен анализ динамики числа находок *B. virginianum* начиная с середины XIX в. по настоящее время, подтвердивший общее статистически значимое снижение числа местонахождений вида в Северо-Западном регионе. Вместе с тем выявлено, что основное сокращение числа местонахождений падает на середину XX в., с 1940-х по 1980-е гг. В последние десятилетия появляются свидетельства роста числа местонахождений. Аналогичные закономерности в изменении числа местонахождений вида выявляются и на материале из сопредельной Эстонии. Рассматриваются возможные причины наблюдаемой динамики числа местонахождений вида. Осуществлен отбор критериев для вида при категоризации по МСОП для областей Северо-Запада европейской части России.

Ключевые слова: динамика числа местонахождений; динамика флоры; Красная книга; охраняемые растения; редкие виды сосудистых растений; *Orhioglossaceae*; IUCN

Для цитирования: П. Г. Ефимов, Г. Ю. Конечная, Р. Курбель, В. Н. Максимов, И. А. Смирнов, И. А. Сорокина, Н. Г. Цейтин. Гроздовник виргинский (*Botrychium virginianum* (L.) Sw.) на Северо-Западе Европейской России: распространение, динамика числа местонахождений, охранный статус // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 1. С. 49–62. doi: 10.17076/bg1510

Финансирование. Работа выполнена в рамках реализации государственного задания по теме «Сосудистые растения Евразии: систематика, флора, растительные ресурсы» (№ АААА-А19-119031290052-1). Полевые исследования в долине р. Чагода (Ленинградская обл., Бокситогорский р-н) выполнялись при финансовой и организационной поддержке ООО «ММ-Ефимовский». Расчеты динамики числа местонахождений стали возможны благодаря финансированию по гранту РФФИ 20-04-00561а.

P. G. Efimov^{1*}, G. Yu. Konechnaya¹, R. Kurbel², V. N. Maksimov³, I. A. Smirnov, I. A. Sorokina¹, N. G. Tseytin¹. *BOTRYCHIUM VIRGINIANUM* (L.) SW. IN THE NORTH-WEST OF EUROPEAN RUSSIA: DISTRIBUTION, DYNAMICS IN THE NUMBER OF LOCALITIES, CONSERVATION STATUS

¹ Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences (2 Prof. Popov St., 197376 St. Petersburg, Russia), *efimov@binran.ru; efimov81@mail.ru

² MTÜ Kõraamat (2/6 Metsasarve, Lohkva, 62207, Tartu, Estonia)

³ Novgorod State University (7 Sovetskoy Armii St., 173011, Novgorod, Russia)

The article presents an update and analysis of the distribution data for the rare fern species, *Botrychium virginianum* (L.) Sw., in the North-West of European Russia. We confirm the species' presence in three localities in the Leningrad Region, although when the Red Data Book of the Leningrad Region was published (2018) there was no information on any remaining localities of the species. The article is illustrated by a map which shows the years of finding *B. virginianum* in all its localities in the North-West of European Russia. The ecology of the species in the new localities is analyzed and information about the number of plants is given. Analysis of the dynamics of the number of known *B. virginianum* localities since the mid-19th century shows an overall significant decline in North-West Russia, predominantly in the period from the 1940s to the 1980s. In the latest decades, the number of localities has increased. Similar changes in the number of localities are shown for Estonia. We analyze the possible reasons for the dynamics observed. The criteria for attributing this species to IUCN categories for regions of North-West European Russia have been updated.

Keywords: dynamics of the number of localities; dynamics of the flora; Red Data Book; red-listed species; rare vascular plant species; Ophioglossaceae; IUCN

For citation: P. G. Efimov, G. Yu. Konechnaya, R. Kurbel, V. N. Maksimov, I. A. Smirnov, I. A. Sorokina, N. G. Tseytin. *Botrychium virginianum* (L.) Sw. in the North-West of European Russia: distribution, dynamics in the number of localities, conservation status. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre of RAS*. 2022. No. 1. P. 49–62. doi: 10.17076/bg1510

Funding. The study was carried out within the framework of the institutional research project No. АААА-А19-119031290052-1 *Vascular Plants of Eurasia: Taxonomy, Flora, and Plant Resources* of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences. The field research in the valley of the Chagoda River (Leningrad Region, Boksitogorsk District) was financially supported by the Mayr-Melnhof Holz Efimovskij timber company. The calculations of the species change were financially supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 20-04-00561а.

Введение

Гроздовник виргинский (*Botrychium virginianum* (L.) Sw.) – один из редко встречающихся видов семейства *Ophioglossaceae* флоры России [Шмаков, 1999; Кудряшова, 2003; Маевский, 2006; GBIF..., 2020]. *Botrychium virginianum* имеет обширный космополитный дизъюнктивный ареал, но в пределах ареала распространен крайне неравномерно. Наибольшее число местонахождений вида известно в умеренных областях Северной Америки, откуда он и был

описан. В умеренных областях Евразии распространение вида более ограничено и он значительно более редок. В тропических районах Азии, в Южной Америке, Африке и Австралии *B. virginianum* представлен лишь единичными местонахождениями в горных районах.

На протяжении обширного ареала *B. virginianum* выделяют подвиды. Так, все евразиатские и часть американских растений рассматриваются в качестве подвида *B. virginianum* subsp. *europaeum* (Ångstr.) Jáv., который отдельные авторы [Цвелев, 2004; Кравченко, 2007; Кули-

ков, 2010] принимают в ранге самостоятельного вида под названием *B. anthemoides* C. Presl.

Распространение вида в России отражает основные закономерности его общего ареала в Евразии: при широком пространственном распространении он почти повсюду очень редок. Большая часть местонахождений находится в регионах европейской части и Сибири. На российском Кавказе известно всего одно местонахождение в Дагестане [Кудряшова, 2003], а на Дальнем Востоке – шесть, из которых пять в Хабаровском крае [Красная..., 2019б] и одно на Сахалине [Баркалов и др., 2019].

Во многих местностях в настоящее время вид считался или считается вымершим. Так, он числился вымершим в Польше до 2010 г. [Pawlikowski, 2011]; на Украине, где, по историческим данным, известно 13 местонахождений, он не наблюдался с 1960-х гг. [Червона..., 2009]. Во многих странах этому виду присваивается наиболее высокая категория охраны (CR или аналогичная). В России *B. virginianum* внесен, по-видимому, в Красные книги всех регионов, в которых он встречается, но в списке «Красной книги Российской Федерации» [2008] не представлен.

В Ленинградской области на момент публикации последнего издания региональной Красной книги [2018] не было известно о наличии подтвержденных современными данными мест произрастания вида. Однако новая находка гроздовника виргинского на юго-востоке области, сделанная нами в 2020 г., послужила толчком к сбору и консолидации актуальной информации о распространении вида в регионе и на сопредельных территориях. Нами были дополнены сведения о местонахождениях вида на Северо-Западе европейской части страны в целом и проведен последующий анализ этих данных, результаты которого изложены в настоящей публикации. Выявлены еще два пункта, в которых вид произрастает до настоящего времени, не учтенные в последнем издании «Красной книги Ленинградской области».

В настоящей работе под термином «Северо-Запад Европейской России» традиционно понимается территория, включающая четыре административных региона: Ленинградскую, Псковскую, Новгородскую области и г. Санкт-Петербург. Флора этих регионов по историческим причинам рассматривается как единое целое, хотя она и не вполне однородна биогеографически [Цвелев, 2000; Сенников, 2005]. Северо-Запад и сопредельные с ним территории (Прибалтика, Скандинавия, Карелия, Тверская обл.) находятся в области некоторого сгущения местонахождений *B. virginianum*.

Еще одна область сгущения местонахождений вида на территории Евразии прослеживается в Альпах и Карпатах [Jalas, Suominen, 1972].

Материалы и методы

В основе работы лежат полевые исследования авторов, осуществлявшиеся в Волховском районе Ленинградской области (с 1996 по 2020 г., Н. Цейтин), в Бокситогорском районе Ленинградской области (2020 г., П. Ефимов, Г. Конечная), в Лужском районе Ленинградской области (2008 г., В. Максимов), в Пестовском районе Новгородской области (1997 г., И. Смирнов), в Порховском р-не Псковской области (1989 г., Г. Конечная). Обследование лесных участков в Бокситогорском районе проводилось в рамках работ по обоснованию планируемой ООПТ «Чагода» по согласованию с лесопромышленной компанией «ММ-Ефимовский», арендующей эту лесную территорию. По результатам работы достигнуто соглашение о бессрочном запрете рубок в этой части планируемой ООПТ, что позволяет рассчитывать на сохранение выявленного на данной территории участка биологически ценного леса с *Botrychium virginianum* в долгосрочной перспективе.

Для детализированного анализа местонахождений вида на территории Северо-Запада задействованы материалы рабочей базы данных, которая легла в основу карт распространения видов в «Красной книге Ленинградской области», сведения, опубликованные в «Конспекте флоры Псковской области» [Ефимов, Конечная, 2018], а также имеющиеся в распоряжении авторов рабочие материалы, собранные в рамках подготовки планируемого «Конспекта флоры Новгородской области». При анализе местонахождений в Эстонии использовались материалы из национальной базы по флоре сосудистых растений этой страны.

В работе применен алгоритм расчета динамики числа местонахождений видов методом хи-квадрат (χ^2), основанный на попарном сравнении наблюдаемого числа местонахождений в определенные периоды с ожидаемым числом местонахождений исходя из отсутствия их динамики, но с учетом различной интенсивности флористических исследований в сравниваемые периоды. Рассчитанное таким образом значение критерия χ^2 для различных периодов позволяло оценить вероятность того, что наблюдаемое изменение числа местонахождений является статистически значимым. При расчетах следовали ранее разработанному алгоритму [Efimov, 2010, 2011], с тем отличием, что не задействовался принцип сеточного

картирования: в данном случае это не требовалось, поскольку все известные на Северо-Западе местонахождения *Botrychium virginianum* отчетливо обособлены друг от друга и могут рассматриваться как независимые популяции. При расчетах использовались коэффициенты интенсивности исследований, полученные на репрезентативном массиве данных по семейству орхидных для Северо-Запада, содержащем примерно 10 000 записей.

Результаты

Распространение вида на Северо-Западе Европейской России

Карта местонахождений *B. virginianum* на Северо-Западе, сформированная с учетом всех

имеющихся на настоящий момент сведений, представлена на рис. 1.

Для Ленинградской области в недавно изданной региональной Красной книге [2018] *B. virginianum* приводится из 12 пунктов – но среди них отсутствуют актуальные местонахождения, т. к. на момент издания данные о современном присутствии вида в области не были подтверждены. По 2–4 исторических местонахождения были известны в Лужском, Гатчинском и Тосненском р-нах, по одной точке – в Кировском, Приозерском и Подпорожском р-нах. В Красной книге было пропущено местонахождение в Бокситогорском р-не в окр. д. Рудная Горка, известное по литературным данным [Исполатов, 1905], упоминаемое также Н. Н. Цвелевым [2000] и Е. Ю. Еремеевой с соавторами [2002]. По материалам базы дан-

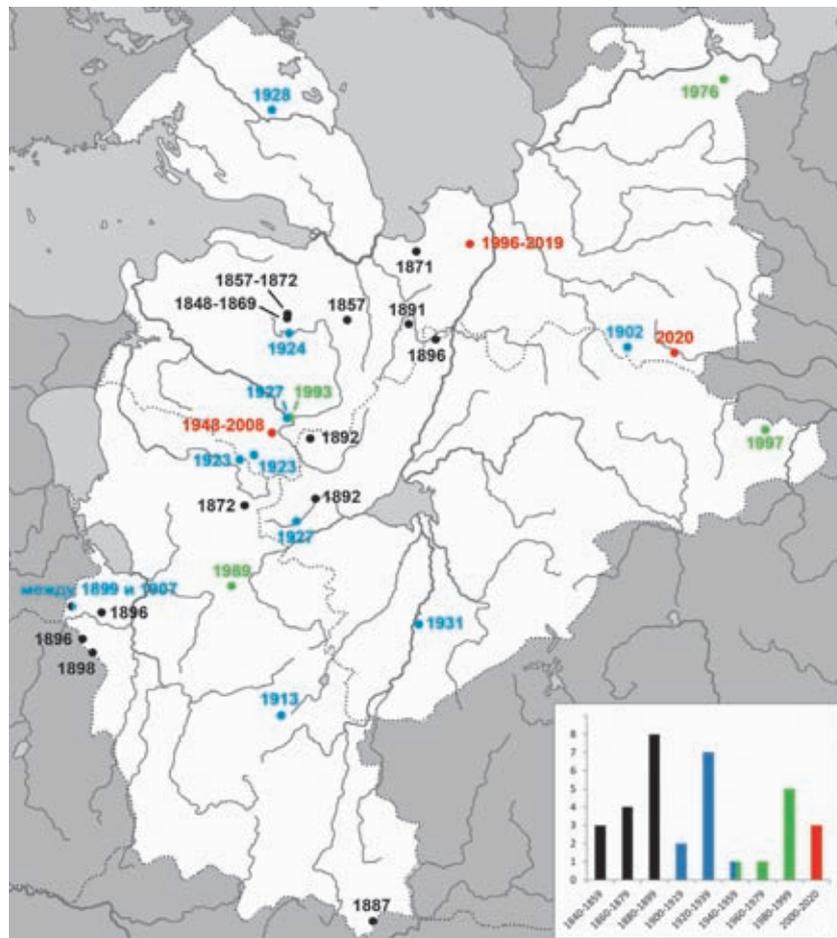


Рис. 1. Распространение *Botrychium virginianum* на Северо-Западе Европейской России. Черным цветом обозначены местонахождения, в которых вид фиксировался до 1900 г., синим – с 1900 по 1949 г., зеленым – с 1950 по 1999 г., красным – с 2000 по 2020 г.

Fig. 1. Distribution of *Botrychium virginianum* in the North-West of European Russia. Black symbols show the localities before 1900, blue – 1900–1949, green – 1950–1999, and red – 2000–2020

ных, которая легла в основу карт распространения видов в «Красной книге Ленинградской области», самыми последними выявленными местонахождениями были две точки в Лужском р-не – в окр. оз. Омчино и у устья р. Оредеж, где вид собирался Н. Н. Цвелевым в 1990 и 1993 гг. соответственно (LE!). Н. Н. Цвелев упоминал (устн. сообщ.), что в последний раз наблюдал растения у оз. Омчино в конце 1990-х – начале 2000-х гг., причем был свидетелем постепенного сокращения числа особей (по крайней мере их надземных побегов) от двух десятков до одной, которая, как он считал, была последней (и в гербарий, по понятным причинам, собрана не была). До сборов Н. Н. Цвелева предыдущей по времени оказывается находка в 1976 г. в Подпорожском р-не, в 8 км СЗ пос. Ошта (LECB!), а все прочие местонахождения зафиксированы не позднее 1920-х гг.

Однако на момент издания «Красной книги Ленинградской области» оставались неизвестными сведения о современном произрастании вида в регионе. Так, локальную популяцию этого вида в Волховском р-не, в окр. ст. Пупышево, наблюдал длительное время, с 1996 по 2019 г., один из авторов настоящей статьи, Н. Г. Цейтин. В начальный период наблюдений было 11 надземных побегов (из них 6 генеративных), после чего наблюдалось снижение их числа, и в 2014 г. не отмечено ни одного, что можно было связывать с резким затенением участка в результате падения деревьев после урагана, прошедшего в октябре 2013 г. В последующие годы отмечался по крайней мере один надземный побег. Кроме того, В. Н. Максимов в 2008 г. повторно наблюдал довольно крупную локальную популяцию вида в окр. оз. Омчино, свидетельствующую о том, что вид в этом месте сохранился и его численность, возможно, даже возросла. Наконец, в 2020 г. П. Г. Ефимов совместно с Г. Ю. Конечной обнаружили малочисленную локальную популяцию из двух особей в Бокситогорском р-не, примерно в 4,5 км западнее д. Моклаково. В гербарий (LE!) был взят небольшой фрагмент одного из растений.

В Новгородской области по сведениям «Красной книги Новгородской области» [2015a] известно пять местонаждений вида, и еще одно, в Солецком р-не в окр. д. Толчино, в Красной книге было пропущено из-за того, что составители не смогли привязать это местонахождение к географической карте. Из указанных шести местонаждений пять – старые, не позднее 1930-х гг., и одно – более новое, обнаруженное И. А. Смирновым в 1997 г. в Пестовском районе, в окр. д. Остров.

В Псковской области известно девять местонаждений вида, и аналогично ситуации в Новгородской области все, кроме одного, старые, не позднее 1920-х гг. [Ефимов, Конечная, 2018]. Новое местонахождение выявлено в 1989 г. Г. Ю. Конечной в Порховском р-не, у оз. Худичево, в нем наблюдалось около пяти растений.

Изображения растений из некоторых популяций представлены на рис. 2.

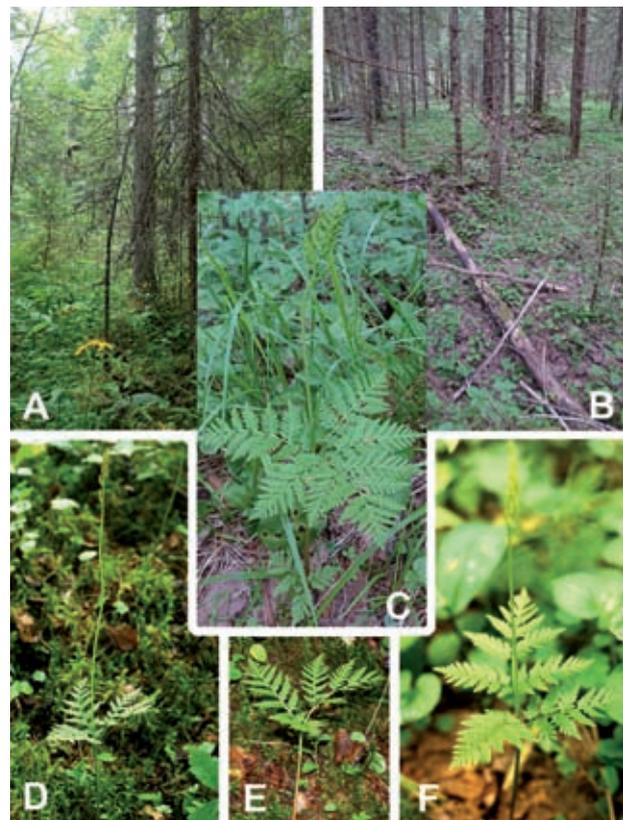


Рис. 2. *Botrychium virginianum* на Северо-Западе, общий вид растений и их местообитания: А–С – Ленинградская обл., Бокситогорский р-н: старовозрастный еловый лес (А), вторичный лес на месте луга (В), надземный побег во вторичном лесу на месте луга (С); D, E – Ленинградская обл., Лужский р-н: общий вид генеративного (D) и вегетативного (E) надземных побегов; F – Новгородская обл., Пестовский р-н, общий вид единственного обнаруженного в этом месте надземного побега. Фото: П. Г. Ефимов (А–С), В. Н. Максимов (D, E), И. А. Смирнов (F)

Fig. 2. *Botrychium virginianum* in the North-West of European Russia, the plants and their habitat: A–C – Leningrad Region, Boksitogorsk District: old-aged spruce forest (A), secondary forest on the former ploughland (B), and a plant from the latter habitat (C); D, E – Leningrad Region, Luga District: general view of generative (D) and vegetative (E) plants; F – Novgorod Region, Pestovo District, general view of the only plant which was discovered there. Photo by P. G. Efimov (A–C), V. N. Maksimov (D, E), I. A. Smirnov (F)

*Биотопическая приуроченность вида
в сохранившихся местонахождениях
на Северо-Западе Европейской России*

Согласно литературным источникам и данным гербарных фондов, в качестве местообитаний *Botrychium virginianum* на территории Северо-Запада указаны лесные опушки и поляны, разреженные смешанные леса, окраины болот, реже вид был отмечен под пологом еловых лесов и сероольшаников, а также в составе ценозов влажных лугов и на лесосеках в широколиственных лесах [Флора..., 1955; Цвелев, 2000; Красная..., 2018]. Гроздовник виргинский рассматривается как специализированный вид биологически ценных еловых и смешанных лесов, примыкающих к болотам [Конечная и др., 2009].

Биотопическая приуроченность вида¹ в современных местонахождениях следующая.

1. Ленинградская обл., Бокситогорский р-н. Одно из двух найденных растений росло в старовозрастном гигрофильно-травяном ельнике на окраине облесенного ключевого болота. Гигрофильно-травяной ельник соответствует критериям биологически ценных лесов [Andersson и др., 2009]: малонарушенное растительное сообщество, специфичное для ключевых минеротрофных болот, характеризующееся естественной динамикой, присутствием старых деревьев ели (до 150 и более лет), наличием нескольких индикаторных (*Aconitum septentrionale*, *Daphne mezereum*, *Hepatica nobilis*, *Carex disperma*, *Galium triflorum*, *Lonicera xylosteum*, *Poa remota*) и специализированных (*Cypripedium calceolus*, *Neottia nidus-avis*) видов биологически ценных лесов и двух охраняемых видов (*Cypripedium calceolus* и *Ranunculus subborealis*). Для ельника характерна оконная динамика, гидрологический режим биотопа, по-видимому, долгое время был стабилен. Древесный ярус сложен *Picea x fennica* с участием *Pinus sylvestris* и *Betula pubescens*; подлесок – *Alnus glutinosa*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera xylosteum*, *Daphne mezereum* и *Viburnum opulus*; подрост – *Picea x fennica* и *Betula pubescens*. Травяно-кустарничковый ярус отличается высоким видовым богатством, без выраженных доминантов, а также разнообразием в отношении эколого-ценотических характеристик слагающих его видов: в его составе, помимо видов, перечисленных выше, присутствуют *Aegopodium podagraria*, *Angelica sylvestris*, *Asarum europaeum*, *Athyrium filix-femina*, *Bistorta major*, *Caltha palustris*, *Carex cespitosa*, *Circaea*

alpina, *Cirsium oleraceum*, *Crepis paludosa*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Dryopteris carthusiana*, *D. cristata*, *Epipactis helleborine*, *Equisetum pratense*, *Filipendula ulmaria*, *Fragaria vesca*, *Galium palustre*, *Geum rivale*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Lathyrus vernus*, *Listera ovata*, *Menyanthes trifoliata*, *Moneses uniflora*, *Orthilia secunda*, *Oxalis acetosella*, *Pulmonaria obscura*, *Rubus saxatilis*, *Stellaria holostea*, *Vaccinium vitis-idaea* и *Viola mirabilis*.

Другое растение гроздовника виргинского росло в 100 м от первого, во вторичном еловом лесу с осиной и березой возрастом около 70 лет, сформировавшемся на месте луга. В этом сообществе доминировала *Picea x fennica* при участии *Populus tremula*; подлесок был сложен из *Sorbus aucuparia*, *Lonicera xylosteum* и *Rosa majalis*; травяно-кустарничковый ярус включал *Aegopodium podagraria*, *Ajuga reptans*, *Asarum europaeum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Cirsium oleraceum*, *Convallaria majalis*, *Fragaria vesca*, *Hepatica nobilis*, *Lathyrus vernus*, *Pulmonaria obscura*, *Pyrola rotundifolia*, *Rubus saxatilis*, *Stellaria holostea*, *Trollius europaeus* и *Viola mirabilis*.

2. Ленинградская обл., Лужский р-н. Локальный разреженный участок в ельнике с примесью сосны, в самом начале берегового склона от прибрежного заболоченного леса, в 2–3 м выше уровня уреза воды в озере. В древесном ярусе преобладающим видом является *Picea abies*, в травяно-кустарничковом ярусе – *Angelica sylvestris*, *Convallaria majalis*, *Equisetum pratense*, *Fragaria vesca*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Hepatica nobilis*, *Majanthemum bifolium*, *Orthilia secunda*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Rubus saxatilis*; моховой покров был сложен преимущественно *Pleurozium schreberi* и *Rhytidiadelphus triquetrus*.

3. Ленинградская обл., Волховский р-н. Локальная популяция расположена компактно (радиус около 5 м) в негустом высокоствольном лесу на достаточно сухом месте на известняковом плато. В пределах местообитания имеется воронка от авиабомбы. Древесный ярус сложен *Picea abies* с участием *Betula pendula*, описание травяно-кустарничкового яруса не осуществляли, но отмечено наличие *Convallaria majalis*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis helleborine*.

4. Новгородская обл., Пестовский р-н, окр. д. Остров. Однократное наблюдение в 1997 г., один надземный побег. Спелый (средний возраст около 100 лет) елово-сосновый лес с хорошо развитым подлеском из *Juniperus communis* и *Frangula alnus*. Соседствующими с гроздовником видами травяно-кустарничкового яруса были *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Rubus saxatilis*. Растение

¹ Характеристики всех популяций составлены независимо друг от друга обнаружившими их авторами.

обнаружено в 60–80 м от опушки леса, за которой находилось овсяное поле.

5. Псковская обл., Порховский р-н, у оз. Худичево. Ельник косяничный с участием сосны и березы, место достаточно сухое, но растения росли очень близко к заболоченному лесу по краю озера. Однократное наблюдение в 1989 г., около пяти надземных побегов.

Таким образом, новые данные о местонахождениях вида на Северо-Западе демонстрируют, что в настоящее время изученные локальные популяции приурочены к еловым лесам. При этом в трех из пяти случаев прослеживается связь вида с экотонном – местом перехода мезофитного лесного сообщества в сырой или заболоченный лес, сами растения находились при этом в основании склона. Переувлажненный еловый лес, в котором вид растет или который близко соседствует с местонахождением, в некоторых случаях (по крайней мере в Бокситогорском районе) соответствует критериям старовозрастного малонарушенного биологически ценного леса и характеризуется богатым травяным ярусом, в котором присутствуют неморальные виды. Наличие неморальных трав и богатого травяно-кустарничкового яруса свидетельствует о богатой почве, об этом же говорит и почти полное отсутствие вересковых. Можно предполагать, что имеет значение и постоянство освещенности – в трех случаях из пяти в описаниях отмечается локальное осветление, а при резком затенении был отмечен переход всех растений популяции во вторичный покой. Исходя из харак-

тера распространения вида на Северо-Западе, можно предположить и связь вида с карбонатными почвами, так как почти все известные местонахождения четко ассоциированы с районами выходов известняков на поверхность – Ижорской возвышенностью (3 точки), Путиловским плато (2 точки), «Верхнелужским» карбонатным районом (4–9 точек), карстовым районом в окрестностях р. Рагуши (2 точки), «Псковско-Изборским» карбонатным районом (4 точки). Недавние местонахождения большей частью также связаны или с близким залеганием известняков (окр. ст. Пупышево), или с местами выходов высокоминерализованных вод (окр. оз. Омчино, долина р. Чагода). Лишь единичные местонахождения на карте, на первый взгляд, не связаны с местами распространения известняков (6 изолированных местонахождений в Приозерском, Подпорожском, Пестовском, Старорусском, Бежаницком и Куньинском р-нах), но в этих местах вполне могут иметь место локальные выходы высокоминерализованных глубинных грунтовых вод либо могут находиться локальные участки карбонатной морены.

Динамика числа местонахождений *Botrychium virginianum*

Распределение находок по времени говорит об общем сокращении числа местонахождений *B. virginianum* на протяжении XX века как на Северо-Западе европейской части России, так и в Эстонии (рис. 3). Можно видеть,

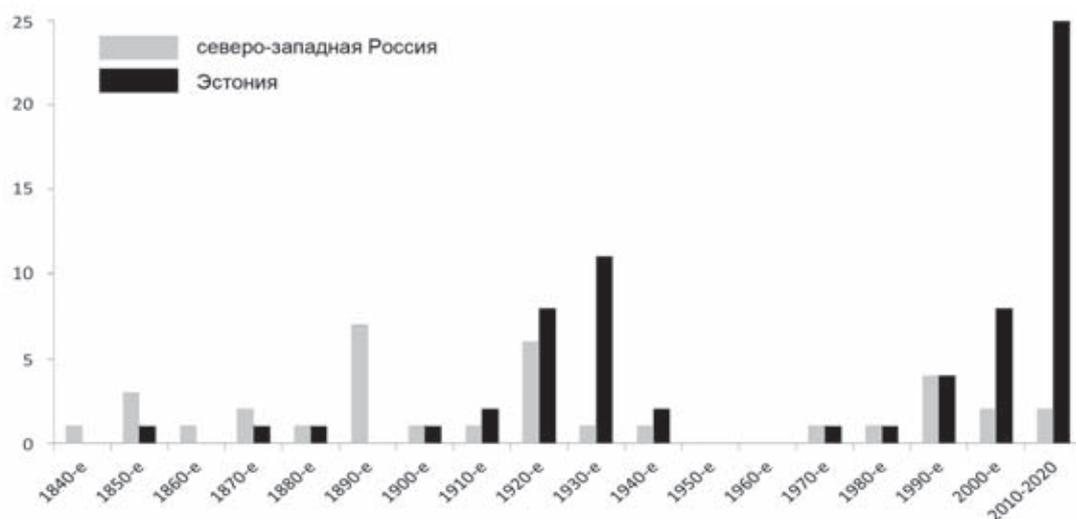


Рис. 3. Абсолютное число находок по десятилетиям в Эстонии и на Северо-Западе. По оси ординат – абсолютное число сеточных ячеек с *Botrychium virginianum* (для Эстонии, черный цвет) или локальных популяций вида (для Северо-Запада, серый цвет), по оси абсцисс – десятилетия

Fig. 3. Absolute numbers of findings per decade in Estonia and in the North-West of European Russia. On the X-axis – decades, on the Y-axis – absolute number of grid cells with *Botrychium virginianum* (for Estonia, black color) or the number of local populations (for the North-West of European Russia, grey color)

Динамика числа местонахождений *Botrychium virginianum* на Северо-Западе Европейской России
 Change in the number of *Botrychium virginianum* localities in the North-West of European Russia

Сравниваемые временные интервалы Time intervals	Выявленная тенденция Change	Значение критерия χ^2 , статистическая значимость χ^2 test statistic, statistical significance	
Общая тенденция General trend	Уменьшение числа местонахождений в 4,84 раза 4,84× fold decrease	14,5 (p < 0,01)	
Детализация динамики в более короткие временные периоды Details of change in smaller time intervals	до 1890 / 1890–1919 before 1890 / 1890–1919	Рост числа местонахождений в 1,23 раза 1,23× fold increase	0,15 (p >> 0,1)
	1890–1919 / 1920–1949	Уменьшение числа местонахождений в 1,01 раза 1,01× fold decrease	0,00 (p >> 0,1)
	1920–1949 / 1950–1979	Уменьшение числа местонахождений в 10,29 раза 10,29× fold decrease	7,46 (p < 0,01)
	1950–1979 / с 1980 1950–1979 / after 1980	Рост числа местонахождений в 2,74 раза 2,74× fold increase	0,92 (p > 0,1)

Примечание. Полу жирным выделены случаи статистически значимого изменения числа местонахождений.

Note. Cases of a statistically significant change in the number of localities are given in bold.

что абсолютное число находок по десятилетиям в Эстонии и на Северо-Западе хорошо соответствует друг другу, в первую очередь в наличии хорошо согласующегося спада в середине XX в., с 1940-х по 1980-е гг. После 1980-х годов в Эстонии наблюдается явно выраженный рост числа местонахождений, но на Северо-Западе он выражен слабее, соответствуя находкам, обсуждаемым в настоящей статье.

Ограничением представленных на рис. 3 данных является то, что не учитывается интенсивность исследований в различные периоды времени, и это может привести к некорректной оценке динамики числа местонахождений. Так, например, можно предполагать преувеличенную оценку роста числа местонахождений в последние два десятилетия в Эстонии, связанную с началом широкого применения электронных баз данных, в которых учитываются наблюдения без сбора гербария или публикации данных о находке в статьях. Аналогичным образом спад с 1940-х по 1980-е гг. можно трактовать как «ложноотрицательную» динамику, связанную с меньшей активностью гербарных сборов в этот период. Однако расчет динамики числа местонахождений с учетом интенсивности флористических исследований в сравниваемые периоды дает сходные результаты (табл.). Так, при сравнении массива данных до 1950 г. и после этой даты выявляется статистически значимое снижение числа местонахождений, которое можно численно оценить в 5 раз. Детализированная оценка динамики числа местонахождений путем сравнения более коротких временных интервалов

показывает, что основное (в 10 раз) сокращение числа местонахождений приходится на середину XX в., а в прочие периоды наблюдений статистически значимые изменения не выявляются. В последний период выявляется даже небольшой рост числа местонахождений (в 2,7 раза), однако не являющийся статистически значимым даже на уровне 10 %.

Обсуждение результатов

Изменение числа местонахождений Botrychium virginianum и его возможные причины

Выявленное общее сокращение числа местонахождений *B. virginianum* на Северо-Западе европейской части России соответствует сделанным ранее экспертным оценкам [Красная..., 2014, 2015а, 2018].

Однако нельзя говорить о том, что сокращение вида продолжается в настоящее время, т. к. этому противоречат результаты оценки динамики числа местонахождений на Северо-Западе во второй половине XX – начале XXI в. Косвенно о стабилизации числа местонахождений вида и возможном их росте говорят и данные из сопредельных с Северо-Западом регионов. Так, в Эстонии вид был известен из 24 сеточных ячеек картирования до 1971 г. и из 7 ячеек, по которым имеются более новые сведения [Mesiruu, Kurbel, 2004], а после 2004 г. он был найден еще в 21 ячейке. В Латвии, как и в Эстонии, имеется много местонахождений, распределенных по 23 сеточным ячейкам [Eglīte, Šulcs, 2000], и есть данные о недавних находках

в 2007 и 2010 гг. [GBIF..., 2020]. В достаточно хорошо изученной Финляндии известно свыше двух десятков местонахождений, из которых более половины наблюдались после 1980 г. [Red..., 1998]. В Карелии – три местонахождения, обнаруженных после 2000 г., на фоне большого (около 20) числа старых, преимущественно относящихся к 1900–1930-м гг. [Кравченко, 2007; Кравченко, Кучеров, устн. сообщ.]. В Вологодской области также известно около 20 местонахождений [Красная..., 2004], из них в последние два десятилетия, судя по тексту очерка в «Красной книге», вид найден в трех-четырёх. В Тверской области [Нотов, 2005] вид известен из семи административных районов, из которых в двух находки датированы 1970-ми и 1980-ми годами [Красная..., 2002], однако после этого, в 2013 г., вид был найден в Удомельском р-не (MW 209802!).

К югу от Северо-Запада вид приближается к границе равнинной части ареала и местонахождений меньше, но и среди них есть обнаруженные недавно. Так, в Польше вид был известен из пяти очень старых местонахождений и считался вымершим до 2020 г., когда неожиданно была обнаружена новая локальная популяция [Pawlikowski, 2011]. В Беларуси всего известно 7 точек, среди которых одна найдена в последние годы [Красная..., 2015б], а в Смоленской области вид известен только из двух местонахождений, выявленных в 1999 и 2000 гг. (Решетникова, неопубл.; MW 209807!; MW 209808!). В целом в Средней России местонахождения вида имеются в 11 областях [Маевский, 2006]. В Костромской обл. известна одна старая до-революционная точка и одна, наблюдаемая с 1990-х гг. до настоящего времени, состоящая из трех обособленных локальных популяций в нескольких километрах одна от другой [Ефимова и др., 2016; Красная..., 2019а]; но следует отметить, что малое количество старых находок в Костромской обл. связано с тем, что эта область была одной из двух наименее изученных в Средней России [Серегин, Щербаков, 2006, с. 62]. Во Владимирской области имеются три точки, все 1970-х гг. [Серегин и др., 2012].

Косвенное свидетельство общей положительной динамики *B. virginianum* в Евразии можно увидеть еще в том, что в последние одно-два десятилетия он впервые найден в ряде регионов России, удаленных от Северо-Запада. Так, в 2011 г. его впервые обнаружили в Воронежской области [Кин, Калмыкова, 2019], и эта находка оказалась первой не только для Воронежской области, но и для юга Европейской России в целом; ранее вид не приводился ни для одной из сопредельных областей. В 2005 г. вид впер-

вые нашли в Кемеровской области, сразу в двух местонахождениях [Шереметова и др., 2011]. После 2010 г. он был впервые отмечен на Сахалине [Баркалов и др., 2019].

Причины изменения числа местонахождений *Botrychium virginianum* неоднозначны. Поскольку это растение приурочено к участкам леса с более богатыми почвами и к переходным зонам между лесом и болотом, одним из факторов сокращения числа местонахождений вида в XX в. могло быть хозяйственное освоение таких мест – плодородные земли вблизи ключевых болот находятся в зоне высокого риска преобразования в сельскохозяйственных целях (осушения, распашки и др.). Также отрицательная динамика может быть реакцией вида на прямое уничтожение местообитаний, связанное с изменением режима лесопользования, – например, с переходом на масштабные сплошные рубки с использованием техники, что привело к сокращению и без того незначительных площадей специфических разреженных лесных сообществ, характерных для окраин болот и сохранявшихся в отдаленных от населенных пунктов местах до масштабной индустриализации в СССР.

С другой стороны, для многих видов как животных, так и растений характерны «популяционные волны», многолетние колебания численности [Максимов, 1984; Bierzychudek, 2014], которые не обязательно связаны с антропогенным влиянием, а могут отражать характерные для вида гармонические составляющие периодических или непериодических колебаний, задаваемых природными ритмами, консортивными связями и др. Также в последнее время методами моделирования ареалов показана большая значимость климатического фактора в расселении видов [Санданов, 2019]. Климатические факторы и «волны численности» могут объяснять отсутствие отрицательной динамики вида в последние десятилетия, а также ставят вопрос о значимости антропогенного фактора в сокращении вида в предшествующий период. Возможен совокупный эффект всех указанных причин в наблюдаемой динамике числа местонахождений.

Экология *Botrychium virginianum*

Экологические предпочтения вида в обнаруженных местонахождениях в целом соответствуют характеристикам, которые даются виду как в России в целом [Шмаков, 1999], так и на сопредельных с Северо-Западом территориях. Отмеченное произрастание в экотоне может отражать как экологическую требовательность

вида по отношению к степени увлажненности и постоянству гидрорежима, так и положительное влияние нарушающих воздействий, которые в экотоне (например, на склоне) выше. Растения, недавно найденные в Польше, также произрастают в экотоне, на границе искусственной и естественной экосистем – лесной дороги и леса [Pawlikowski, 2011]. Приуроченность вида к карбонатным районам также соответствует некоторым литературным данным [Ефимова, Креницын, 2016]. По-видимому, вид имеет узкую экологическую амплитуду по факторам увлажнения, освещенности и состава почвы.

Прослеживается некоторая связь вида с ненарушенными старовозрастными лесными сообществами. При этом сами растения не обязательно растут непосредственно в таком сообществе, но по меньшей мере соседствуют с ним. Это отмечается и для подробно охарактеризованной недавней польской находки, где рядом с локальной популяцией в лесу присутствовали деревья 120-летнего возраста, а само сообщество не несло следов интенсивного антропогенного преобразования [Pawlikowski, 2011]. Вероятно, эта закономерность может быть объяснена требовательностью вида к отсутствию нарушений почвенного слоя в течение длительного временного периода как к необходимому условию для развития микотрофного подземного заростка. Возможно, этот фактор позволяет *B. virginianum*, так же как и другому редкому лесному виду *Epipogium aphyllum*, формировать в ненарушенных лесах наиболее стабильные и успешные длительно существующие локальные популяции, служащие источником диаспор для растений, появляющихся и за пределами малонарушенных сообществ. Таким образом, хотя отдельные растения встречаются и в молодняках, как, например, в лесу на месте луга, где нами была найдена одна особь в Бокситогорском р-не, или в молодом лесу, к которому приурочены недавние находки в Костромской области [Ефимова и др., 2016], наши данные подтверждают, что вид в целом можно считать специализированным для биологически ценных лесов [Конечная и др., 2009], так как он часто является показателем ценности сообщества, с которым связан.

Данные по продолжительности жизни особей неизвестны, но отмечается, что оценка возраста затруднительна [Ефимова, Креницын, 2016]. Наблюдения за динамикой числа экземпляров в некоторых новых местонахождениях подтверждают способность *B. virginianum* в неблагоприятных условиях переходить во вторичный покой, существуя исключительно

но за счет микотрофии. Это достаточно редкое для сосудистых растений явление в нашей флоре свойственно главным образом представителям семейства орхидных и видам, не способным к автотрофному питанию. Виды рода *Botrychium* считаются голомикотрофными, а симбионтами у исследованных в этом отношении видов [Winther, Friedman, 2007] оказались представители отдела Glomeromycota – малоизученной родственной зигомикетам группы грибов, которые ведут почти исключительно симбиотический образ жизни и не образуют плодовых тел. Микотрофия может, с одной стороны, повышать адаптационные возможности *B. virginianum* благодаря способности переходить в состояние вторичного покоя, но с другой стороны, может и снижать их из-за возможных особых экологических требований симбиотических грибов.

Охранный статус на Северо-Западе европейской части России

Несмотря на возможное отсутствие сокращения числа местонахождений вида в последнее время, охрана вида в отдельно взятых регионах необходима по двум причинам. Во-первых, вид повсюду остается крайне редким, малочисленным и подверженным сильным флуктуациям численности. Из-за узкой экологической амплитуды этот вид уязвим не только при резких, но и при постепенных сменах экологических условий в местообитаниях. В регионах с малым числом местонахождений случайная утрата местообитания вида из-за локального преобразования среды (например, в результате вырубki леса) может оказаться эквивалентной полному вымиранию вида в регионе. Во-вторых, природоохранная ценность *B. virginianum* определена его значимостью как специализированного вида биологически ценных лесов – меры по сохранению данного вида обеспечат, таким образом, и сохранение характерных для вида местообитаний, нередко являющихся биологически ценными и характеризующихся высоким биологическим разнообразием.

Согласно сведениям региональных Красных книг Северо-Запада Европейской России, *B. virginianum* имеет следующие категории редкости:

Ленинградская область [Красная..., 2018] – 1. CR («находящийся на грани полного исчезновения»);

Новгородская область [Красная..., 2015a] – 1. CR («находящийся в критическом состоянии»);

Псковская область [Красная..., 2014] – 2 («сокращающийся в численности»).

На территории Санкт-Петербурга вид отсутствует.

В целом установленный уровень охраны для вида в Ленинградской и Новгородской областях является корректным и отражает как современное распространение *B. virginianum*, так и уязвимость пригодных для него местообитаний. Вместе с тем охранный статус вида в Псковской области не является достаточным – гроздовник виргинский в этом регионе следует рассматривать как таксон, численность и число местонахождений которого в настоящее время уменьшились до критического уровня. Необходимо отнесение *B. virginianum* в Псковской области к категории статуса 1 – как вида, находящегося под угрозой исчезновения.

Также представляется возможным осуществить уточнение ранга данного вида по системе МСОП на Северо-Западе по полученным данным. Как в целом по Северо-Западу, так и по отдельным областям он устойчиво проходит по критериям для категории CR. По Северо-Западу в целом и для Ленинградской области в частности подходит следующий набор критериев: B2ab(ii,iv,v)c(iv); C2a(i)+b. Основаниями для данной оценки являются: область обитания менее 10 км², являющаяся при этом сильно фрагментированной; достоверно зафиксированное уменьшение области обитания, количества популяций (локалитетов) и числа генеративных особей; наличие флуктуаций численности особей; общая численность менее 250 генеративных особей, при том что неизвестны популяции, в которых было бы 50 или более особей. Предшествующая оценка, выполненная В. В. Бялтом для Ленинградской области [Красная..., 2018], основывалась только на одном критерии (B2ab(iii,iv)), то есть не учитывалось ограничение численности генеративных особей. Для Псковской и Новгородской областей можно предполагать еще меньшую численность особей, чем в Ленинградской (менее 50 генеративных растений), что позволяет использовать дополнительно еще критерий D: B2ab(ii,iv,v)c(iv); C2a(i)+b; D. Кандидатом на включение в Красную книгу Российской Федерации на сегодняшний день, по нашему мнению, вид не является, поскольку не является узким эндемиком и не входит в число самых редких, локально распространенных видов флоры России, находящихся под непосредственной угрозой исчезновения. *B. virginianum*, как широкоареальный вид, к тому же в последние годы не демонстрирующий сокращения числа местонахождений, более подходит для охраны на региональном уровне, которая может быть более дифференцированной в зависимости от распространенности и состояния вида в отдельных частях его ареала.

Заключение

На основании представленных в статье материалов существенно уточнено распространение вида *Botrychium virginianum* на Северо-Западе европейской части России, сообщается о нескольких сохранившихся его местонахождениях. Представленный анализ динамики числа местонахождений с использованием методов математической статистики и учитывающий различия в интенсивности исследований в различные периоды времени показал неравномерное изменение числа местонахождений вида с течением времени. При этом выявленные для Северо-Запада особенности динамики соответствуют данным, имеющимся по сопредельной территории Эстонии, а также находят параллели в недавних находках с более удаленных территорий, что показывает корректность использованной методики, ранее применявшейся только для представителей семейства орхидные. Представленный краткий анализ местообитаний *B. virginianum* в сохранившихся местонахождениях подтверждает возможность его использования в качестве специализированного вида для биологически ценных лесов на Северо-Западе. Все представленные сведения использованы для уточнения категорий охраны *B. virginianum* в областях Северо-Запада по МСОП и более точного их обоснования при помощи общепринятой системы критериев.

Выражаем признательность В. В. Куропаткину за помощь в геопривязке точек, А. В. Леоштрину и А. Н. Сенникову за помощь в доступе к редким литературным источникам.

Литература

- Andersson L., Алексеева Н. М., Кольцов Д. Б., Кукина Н. В., Кутепов Д. Ж., Мариев А. Н., Нешатаев В. Ю. / Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе европейской части России. Т. 1. Методика выявления и картографирования / Отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб.: Победа, 2009. 238 с.
- Баркалов В. Ю., Колдаева М. Н., Корзников К. А., Таран А. А. Сосудистые растения памятника природы «Гора Вайда» (Сахалин) // Комаровские чтения. 2019. Вып. 67. С. 14–53. doi: 10.25221/kl.67.2
- Еремеева Е. Ю., Ефимов П. Г., Иваненко Ю. А., Румянцева Е. Е., Черепанов И. В. Редкие и охраняемые виды растений памятника природы «Река Рагуша» и прилегающих территорий (Ленинградская область) // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 9. С. 125–134.
- Ефимов П. Г., Конечная Г. Ю. Конспект флоры Псковской области. М.-СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2018. 469 с.
- Ефимова А. А., Криницын И. Г. Онтогенез *Botrychium virginianum* (L.) Sw. // Сборник научных трудов Музея

природы Костромской области. Вып. 1. Кострома, 2016. С. 49–55.

Ефимова А. А., Криницын И. Г., Ситников К. С. Охраняемые виды растений Мантуровского участка ГПЗ «Кологривский лес» (результаты флористического обследования в 2013–2014 годах) // Сборник научных трудов Музея природы Костромской области. Вып. 1. Кострома, 2016. С. 55–59.

Исполатов Е. И. О растительности восточной части Новгородской губернии // Труды С.-Петербургского общества естествоиспытателей. Отд. ботан. 1905. Т. 34. С. 33–64.

Кин Н. О., Калмыкова О. Г. Новые находки видов рода *Botrychium* в европейской части России // *Turczaninowia*. 2019. Т. 22, вып. 1. С. 61–64. doi: 10.14258/turczaninowia.22.1.7

Конечная Г. Ю., Курбатова Л. Е., Потемкин А. Д., Гимельбрант Д. Е., Кузнецова Е. С., Змитрович И. В., Коткова В. М., Малышева В. Ф., Морозова О. В., Попов Е. С., Яковлев Е. Б., Кияшко П. В., *Skujijene G.*, *Andersson L.* Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / Отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб.: Победа, 2009. 258 с.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

Красная книга Вологодской области. Т. 2 / Отв. ред. Г. Ю. Конечная, Т. А. Сулова. Вологда: ВГПУ, Русь, 2004. 360 с.

Красная книга Костромской области / Науч. ред. М. В. Сиротина, А. Л. Анциферов, А. А. Ефимова. Кострома: КГУ, 2019а. 432 с.

Красная книга Ленинградской области: Объекты растительного мира / Гл. ред. Д. В. Гельтман. СПб.: Марафон, 2018. 848 с.

Красная книга Новгородской области / Отв. ред. Ю. Е. Веткин, Д. В. Гельтман, Е. М. Литвинова, Г. Ю. Конечная, А. Л. Мищенко. СПб.: Дитон, 2015а. 480 с.

Красная книга Псковской области / Под ред. А. В. Истомина. Псков: ПсковГУ, 2014. 544 с.

Красная книга Республики Беларусь / Гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. Растения. 4-е изд. Минск: Белорусская энциклопедия імя П. Броўкі, 2015б. 448 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Отв. ред. Л. В. Бардунов, А. С. Новиков. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

Красная книга Тверской области / Гл. ред. А. С. Соколин. Тверь: Вече Твери, Антэк, 2002. 255 с.

Красная книга Хабаровского края / Мин-во природных ресурсов Хабаровского края, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН / Ред. Б. А. Воронов. Воронеж: Мир, 2019б. 604 с.

Кудряшова Г. Л. *Fam. Ophioglossaceae (R. Br.) Agardh* // Конспект флоры Кавказа / Отв. ред. А. Л. Тахтаджян. Т. 1. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. С. 172–173.

Куликов П. В. Определитель сосудистых растений Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 969 с.

Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. 600 с.

Максимов А. А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз. Новосибирск: Наука, 1984. 250 с.

Нотов А. А. Материалы к флоре Тверской области. Ч. 1. Высшие растения. Тверь: Герс, 2005. 214 с.

Санданов Д. В. Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 82–114.

Сенников А. Н. Фитогеографическое районирование Северо-Запада европейской части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) // Биогеография Карелии. Труды Карельского научного центра РАН. 2005. Вып. 7. С. 206–243.

Серегин А. П., Боровичев Е. А., Глазунова К. П., Кокошникова Ю. С., Сенников А. Н. Флора Владимирской области: конспект и атлас. Тула: Гриф и К, 2012. 620 с.

Серегин А. П., Щербаков А. В. Основные гербарные фонды по флоре Средней России // И. М. Калинин, В. С. Новиков, А. В. Щербаков. Флора Средней России: Аннотированная биогеография, второе дополнение. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. С. 60–71.

Флора Ленинградской области / Отв. ред. чл.-кор. Акад. наук СССР проф. К. Б. Шишкин. Т. 1. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1955. 288 с.

Цвелев Н. Н. О роде *Botrychium Swartz (Ophioglossaceae)* в России // Новости сист. высш. раст. 2004. Т. 36. С. 7–21.

Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская, Новгородская области). СПб.: СПХФА, 2000. 782 с.

Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

Шереметова С. А., Эбель А. Л., Буко Т. Е. Дополнение к флоре Кемеровской области за последние 10 лет (2001–2010 гг.) // *Turczaninowia*. 2011. Т. 14, вып. 1. С. 65–74.

Шмаков А. И. Определитель папоротников России. Барнаул: АлтГУ, 1999. 108 с.

Bierzuchudek P. Plant biodiversity and population dynamics // *Ecology and the Environment, The Plant Sciences 8* / Ed. R. K. Monson. New York: Springer Science and Business Media, 2014. P. 29–65. doi: 10.1007/978-1-4614-7501-9_15

Efimov P. G. Revealing the decline and expansion of Orchids of NW European Russia // *European J. Environ. Sci.* 2011. Vol. 1, no. 2. P. 7–17.

Efimov P. G. The dynamics of Orchids of NW European Russia // *Journal Europäischer Orchideen*. 2010. Bd. 42, H. 3. P. 501–518.

Eglite Z., Šulcs V. Latvijas vaskulāro augu Flora: Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta. Rīga: LU, 2000. 88 p.

GBIF Secretariat. *Botrychium virginianum* (L.) Sw. in GBIF Backbone Taxonomy. 2020. doi: 10.15468/39omei (дата обращения: 05.10.2020).

Jalas J., Suominen J. Atlas Florae Europaeae. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). Helsinki: Committee for Mapping the Flora of Europe, 1972. 121 p.

Mesipuu M., Kurbel R. *Võtmeheinad*. Tallinn: R. Kurbel, 2004. 40 p.

Pawlikowski P. *Botrychium virginianum* (Ophioglossaceae) rediscovered in Poland // Polish Bot J. 2011. Vol. 56, no. 1. P. 81–84.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki: Ministry of Environment, Finnish Environment Institute & Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, 1998. 351 p.

Winther J., Friedman W. E. Arbuscular mycorrhizal symbionts in *Botrychium* (Ophioglossaceae) // American Journal of Botany. 2007. Vol. 94, iss. 7. P. 1248–1255. doi: 10.3732/ajb.94.7.1248

References

Andersson L., Alexeeva N. M., Kol'tsov D. B., Kuskina N. V., Kutepov D. Zh., Mariev A. N., Neshataev V. Yu. / Survey of biologically valuable forests in North-Western European Russia. Vol. 2. Methods of survey and mapping. St. Petersburg: Pobeda Publ., 2009. 238 p.

Barkalov V. Yu., Koldaeva M. N., Korznikov K. A., Taran A. A. Vascular plants of Nature Monument "Gora Vaida" (Sakhalin, Russian Far East). *Komarovskie chteniya = V. L. Komarov Memorial Lectures*. 2019;67:14–53. doi: 10.25221/kl.67.2 (In Russ.)

Bierzychudek P. Plant biodiversity and population dynamics. *Ecology and the Environment, The Plant Sciences* 8. New York: Springer; 2014. P. 29–65. doi: 10.1007/978-1-4614-7501-9_15

Efimova A. A., Krinitsyn I. G. The ontogeny of *Botrychium virginianum* (L.) Sw. *Sb. nauch. trudov Muzeya prirody Kostromskoi obl. Vyp. 1: Estestvoznaniye i muzeinaya pedagogika = Proceed. Nature Museum of the Kostroma Region. Iss. 1: Nat. Sci. and Museum Pedagogy*. Kostroma; 2016. P. 49–55. (In Russ.)

Efimova A. A., Krinitsyn I. G., Sitnikov K. S. The protected plants of the Manturovsky part of the Kologrivsky Les State Reserve (results of the floristic studies in 2013–2014). *Sb. nauch. trudov Muzeya prirody Kostromskoi obl. Vyp. 1: Estestvoznaniye i muzeinaya pedagogika = Proceed. Nature Museum of the Kostroma Region. Iss. 1: Nat. Sci. and Museum Pedagogy*. Kostroma; 2016. P. 55–59. (In Russ.)

Efimov P. G., Konechnaya G. Yu. Compendium of vascular flora of the Pskov Region. Moscow-St. Petersburg: KMK Sci. Press; 2018. 469 p. (In Russ.)

Efimov P. G. Revealing the decline and expansion of Orchids of NW European Russia. *European J. Environ. Sci.* 2011;1(2):7–17.

Efimov P. G. The dynamics of Orchids of NW European Russia. *Journal Europäischer Orchideen*. 2010;42(3):501–518.

Eglite Z., Šulcs V. Latvijas vaskulāro augu Flora: Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta. Rīga: LU; 2000. 88 p.

Eremeeva E. Yu., Efimov P. G., Ivanenko Yu. A., Rumyantseva E. E., Cherepanov I. V. Rare and protected plant species in natural reservation "Ragusha River" and its surroundings (Leningrad Region). *Bot. Zhurn.* 2002;87(9):125–134. (In Russ.)

GBIF Secretariat. *Botrychium virginianum* (L.) Sw. in GBIF Backbone Taxonomy. 2020. doi: 10.15468/39omei (accessed: 05.10.2020).

Ispolatov E. I. On the vegetation of the eastern part of Novgorod Province. *Trudy S.-Peterburgskogo obshchest-*

va estestvoispytatelei. Otd. bot. = Trans. Saint-Petersburg Soc. Naturalists. Dep. Bot. 1905;34:33–64. (In Russ.)

Jalas J., Suominen J. Atlas Florae Europaeae. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). Helsinki: Committee for Mapping the Flora of Europe; 1972. 121 p.

Kin N. O., Kalmykova O. G. New findings of species of the genus *Botrychium* in the European part of Russia. *Turczaninowia*. 2019;22(1):61–64. (In Russ.) doi: 10.14258/turczaninowia.22.1.7

Konechnaya G. Yu., Kurbatova L. E., Potemkin A. D., Gimel'brant D. E., Kuznetsova E. S., Zmitrovich I. V., Kotkova V. M., Malysheva V. F., Morozova O. V., Popov E. S., Yakovlev E. B., Kiyashko P. V., Skujiene G., Andersson L. Survey of biologically valuable forests in North-Western European Russia. Vol. 2. Identification manual of species to be used during survey at stand level. St. Petersburg: Pobeda Publ.; 2009. 258 p. (In Russ.)

Kravchenko A. V. A compendium of Karelian flora. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2007. 403 p. (In Russ.)

Kudryashova G. L. Fam. Ophioglossaceae (R. Br.) Agardh. *Caucasian Flora Conspectus*. St. Petersburg: St. Petersburg Univ. Press; 2003. P. 172–173. (In Russ.)

Kulikov P. V. A manual of vascular plants of the Cheilyabinsk Region. Ekaterinburg: UrO RAN Publ.; 2010. 969 p. (In Russ.)

Maevsii P. F. Flora of the central part of European Russia. Moscow: KMK Scientific Press; 2006. 600 p. (In Russ.)

Maksimov A. A. Long-term fluctuations in the number of animals, their causes and forecast. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1984. 250 p. (In Russ.)

Mesipuu M., Kurbel R. Võtmeheinad. Tallinn: R. Kurbel; 2004. 40 p. (In Est.)

Notov A. A. Materials to the flora of the Tver Region. P. 1. Higher Plants. Tver': Gers Publ.; 2005. 214 p. (In Russ.)

Pawlikowski P. *Botrychium virginianum* (Ophioglossaceae) rediscovered in Poland. *Polish Bot. J.* 2011;56(1):81–84.

Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki: Ministry of Environment, Finnish Environment Institute & Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, 1998. 351 p.

Red Data Book of the Leningrad Region: Plants. St. Petersburg: Maraphon Publ.; 2018. 848 p. (In Russ.)

Red Data Book of the Novgorod Region. St. Petersburg: Diton Publ.; 2015a. 480 p. (In Russ.)

Red Data Book of the Pskov Region. Pskov: Gos. komitet Pskov. obl. po prirodopol'zovaniyu i okhrane okruzhayushchey sredy etc.; 2014. 544 p. (In Russ.)

Red Data Book of the Republic of Belarus. Plants. 4th ed. Minsk: Belarusskaya encyclopedia im. P. Brouki; 2015b. 448 c. (In Russ.)

Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi). Moscow: KMK Sci. Press; 2008. 855 p. (In Russ.)

Red Data Book of the Tver Region. Tver': Antaek Publ.; 2002. 255 p. (In Russ.)

Red Data Book of the Vologda Region. Vol. 2. Vologda: Vologda State University and Rus' Press; 2004. 360 p. (In Russ.)

Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom. Kiiv: Globalkonsalting Publ.; 2009. 900 p.

Sandanov D. V. Modern approaches to modeling plant diversity and spatial distribution of plant species: Implication prospects in Russia. *Tomsk St. Univ. J. Biol.* 2019;46:82–114. (In Russ.)

Sennikov A. N. Phytogeography of Northwest Russia (Saint-Petersburg, Pskov and Novgorod Regions). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre of RAS.* 2005;7:206–243. (In Russ.)

Seregin A. P., Borovichev E. A., Glazunova K. P., Kokoshnikova Y. S., Sennikov A. N. Flora of Vladimir Oblast, Russia: Checklist and atlas. Tula: Grif i K Publ.; 2012. 620 p. (In Russ.)

Seregin A. P., Shcherbakov A. V. Main herbaria which house the materials from the central part of Russia. *Flora of Central Russia: an annotated bibliography, second supp.* Moscow: KMK Scientific Press; 2006. P. 60–71. (In Russ.)

Sheremetova S. A., Ebel A. L., Buko T. E. Supplement to the Flora of the Kemerovo Region from 2001 to 2010. *Turczaninowia.* 2011;14(1):65–74. (In Russ.)

Shishkin K. B. (ed.). Flora of the Leningrad Region. Vol. 1. Leningrad: Leningrad Univers. Publ.; 1955. 288 p. (In Russ.)

Shmakov A. I. A manual of the ferns of Russia. Barnaul: Altai Univ. Press; 1999. 108 p.

Sirotnina M. V., Antsiferov A. L., Efimova A. A. (eds.). Red Data Book of the Kostroma Region]. 2nd ed. Kostroma: Kostroma State Univers. Publ.; 2019b. 432 p. (In Russ.)

Tzvelev N. N. Manual of the vascular plants of North-West Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod provinces). St. Petersburg: St.-Petersburg State Chem.-Pharm. Acad. Press; 2000. 781 p. (In Russ.)

Tzvelev N. N. On the genus *Botrychium* Swartz (*Ophioglossaceae*) in Russia. *Nov. Syst. Pl. Vasc.* 2004;36:7–21. (In Russ.)

Voronov B. A. (ed.). Red Data Book of the Khabarovsk Region. Voronezh: Mir Publ.; 2019a. 604 p. (In Russ.)

Winther J., Friedman W. E. Arbuscular mycorrhizal symbionts in *Botrychium* (*Ophioglossaceae*). *Amer. J. Bot.* 2007;94(7):1248–1255. doi: 10.3732/ajb.94.7.1248

Поступила в редакцию / received: 26.10.2021; принята к публикации / accepted: 06.12.2021.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ефимов Петр Геннадьевич

канд. биол. наук, старший научный сотрудник

e-mail: efimov@binran.ru; efimov81@mail.ru

Конечная Галина Юрьевна

канд. биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: galina_konechna@mail.ru

Курбель Райнар

член Общества любителей орхидей

e-mail: rainar@kaoraamat.ee

Максимов Виктор Николаевич

лесничий

Смирнов Игорь Анатольевич

доцент

e-mail: iasmimov77@mail.ru

Сорокина Ирина Александровна

младший научный сотрудник

e-mail: sorokina-irina10@yandex.ru

Цейтин Николай Гдальевич

агроном

e-mail: ntseitn@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Efimov, Pyotr

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher

Konechnaya, Galina

Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Leading Researcher

Kurbel, Rainar

Orchid society member

Maksimov, Viktor

forester

Smirnov, Igor

Associate Professor

Sorokina, Irina

Junior Researcher

Tseitn, Nikolai

agronomist