

Научная статья

УДК 582.29:574.21:504.5

doi: 10.17072/2079-7877-2022-2-123-138

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СЕТОЧНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА УСНЕЯ НА ПРИМЕРЕ ПОДМОСКОВЬЯ

Екатерина Александровна Аристархова<sup>1</sup>, Сергей Михайлович Шадчинов<sup>2</sup>, Елена Германовна Сулова<sup>3</sup>  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

<sup>1</sup>kattariss@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1091-4511>

<sup>2</sup>shadchinov@yandex.ru

<sup>3</sup>lena\_susl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1091-8714>

**Аннотация.** Анализ литературных данных и гербарных сборов кустистых лишайников рода уснея (*Usnea* Dill. ex Adans.) из 450 точек Московской области показал, что в настоящее время здесь встречается пять видов, субстратно приуроченных к ветвям елей и сосен, реже – берез, отдельные находки отмечаются на ольхе черной и серой, рябине и ивах. Произрастание *Usnea* в регионе возможно при наличии ряда условий: достаточной влажности приземного слоя воздуха, минимальных показателей его загрязнения (отсутствие вредных соединений и высокого содержания пылевых частиц), определенных растительных сообществ, сохранности старовозрастных лесов, подходящего форофита. В работе представлены картосхемы, демонстрирующие максимальное разнообразие и пункты отдельных встреч видов *Usnea* на участках с «шагом» в 10x10 км в регионе. Наиболее высоко видовое разнообразие усней в городских округах (г.о.) Лотошино и Талдом и на стыке г.о. Волоколамск, Руза, Истра, где отсутствуют крупные промышленные объекты, а, по данным экомониторинга, качество воздуха наиболее высокое (с наименьшим содержанием вредных веществ и пылевых частиц). Самыми распространенными видами с высоким обилием оказались уснея жестковолосатая и уснея густобородая, наиболее редкими – уснея лапландская и уснея оголяющаяся, сравнительно редко встречается уснея почти цветущая. Достоверность обитания в регионе уснеи цветущей и уснеи оголенной пока не подтвердилась. В распространении усней избегают юго-восточного сектора Подмосковья и близости крупных городов, тяготея к северо-западу области. Экологически уснеи связаны с сырыми старовозрастными еловыми, сосново-еловыми и елово-мелколиственными лесами, мелколесьями по водотокам и окраинами лесных болот. В данных местообитаниях уснеи встречаются часто, слоевища наиболее развиты и значительно покрывают дерево-носитель в составе поливидовых группировок эпифитов из 2–4 видов (включая представителей других таксонов), что свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в данной части Подмосковья.

**Ключевые слова:** *Usnea*, редкие виды, эпифитные лишайники, разнообразие и распространение

**Благодарности:** авторы выражают особую благодарность ПФ «Верховье» за предоставленные материалы, д.б.н. Т.Ю. Толпышевой (биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова), д.б.н. Е.Э. Мучник (ИЛАН РАН), к.б.н. И.Н. Урбанавичене и к.б.н. Л.В. Гагариной (БИН РАН) за помощь в определении образцов сложных таксонов. Благодарим коллектив сотрудников Лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН за предоставленную возможность работы в гербарии LE-L.

**Для цитирования:** Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г. Использование метода сеточного картографирования для изучения распространения лишайников рода Уснея на примере Подмосковья // Географический вестник = Geographical bulletin. 2022. № 2(61). С. 123–138. doi: 10.17072/2079-7877-2022-2-123-138.



Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2022-2-123-138

## GRID MAPPING IN STUDYING THE DISTRIBUTION OF LICHENS OF THE GENUS *USNEA* (AS APPLIED TO THE TERRITORY OF THE MOSCOW REGION)

Ekaterina A. Aristarkhova<sup>1</sup>, Sergey M. Shadchinov<sup>2</sup>, Elena G. Suslova<sup>3</sup>

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> kattariss@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1091-4511>

<sup>2</sup> shadchinov@yandex.ru

<sup>3</sup> lena\_susl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4135-8714>

**Abstract.** The literature review and analysis of a herbarium of fruticose epiphytic lichens *Usnea* (genus: *Usnea* Dill. Ex Adans.) from 450 points located in the Moscow region (Moscow Oblast – MO) showed the presence of five species in the territory. These species can be found on branches of spruce and pine, less often – birch, some finds are noted on black and gray alder, rowan, and willow. The emergence and development of *Usnea* in MO is possible strictly in the presence of certain conditions. Firstly, certain microclimatic parameters are required such as sufficiently high humidity of the surface air layer and minimal indicators of tropospheric pollution (absence of harmful compounds and of a high content of dust particles). Secondly, certain groups of plant communities, old-growth forests, and suitable phorophyte must be present. Schemes provided in the article demonstrate the locations of maximum diversity and individual finds of *Usnea* species per 100 km<sup>2</sup> on the study area. The richest diversity of *Usnea* species is found in the Lotoshino and Taldom districts and at the intersection of the Volokolamsk, Ruza, and Istra districts, where there are no large polluting industrial objects and, according to ecomonitoring data, the air quality is the highest (with the lowest levels of harmful substances and dust particles). *Usnea hirta* and *U. dasopoga* are most widespread species of the genus *Usnea* in MO. *Usnea lapponica* and *U. glabrescens* are the rarest species, *U. subfloridana* is relatively rare. The reliability of the habitat of *U. florida*, *U. glabrata* in MO has not been confirmed yet. *Usnea* species are mainly present in the western and north-western portions of MO. These lichens are rarely found in the south-eastern portion of MO and on sites near big cities. Ecologically *Usnea* lichens gravitate toward wet and waterlogged old-growth coniferous forests, glades, and small foliar trees along river valleys, as well as edge parts of forested marshes and raised bogs. In these landscapes, the thallus of *Usnea* reaches the maximum size. *Usnea* species occur frequently and cover abundantly tree branches and trunks with multi-species sets of 2–4 epiphyte lichens (including species from other taxa). Thus, the ecological situation in the western and north-western portions of Moscow Oblast can be concluded to be favorable.

**Keywords:** *Usnea*, rare species, epiphytic lichens, diversity and distribution

**Acknowledgments:** The authors would like to express their sincere gratitude to the Fund for Nature Protection *Verkhovie* for the materials provided; to Doctor of Biological Sciences T.Yu. Tolpysheva (Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University), Doctor of Biological Sciences E.E. Muchnik (Institute of Forest Sciences of the RAS), Candidate of Biological Sciences I.N. Urbanaviciene and Candidate of Biological Sciences L.V. Gagarina (Komarov Botanical Institute of the RAS) for their help in identifying specimens that were difficult to identify. We thank the staff of the Laboratory of Lichenology and Bryology of the Komarov Botanical Institute of the RAS for the opportunity to work in the LE-L herbarium.

**For citation:** Aristarkhova, E.A., Shadchinov, S.M. and Suslova E.G. (2022). Grid mapping in studying the distribution of lichens of the genus *Usnea* (as applied to the territory of the Moscow region). *Geographical Bulletin*. No. 2(61). Pp. 123–138. doi: 10.17072/2079-7877-2022-2-123-138.

### Введение

Территории, прилегающие к столичной агломерации, находятся в крайне тесном контакте с мегаполисом и испытывают интенсивную нагрузку от различных источников воздействия. Подмосковные ландшафты на значительной площади антропогенно

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

преобразованы, леса продолжают страдать от рубок, пожаров и последствий массовых атак короеда-типографа. Сохранившиеся участки нетронутых лесов пронизаны дорожно-транспортной сетью и подвергаются воздействию выбросов автотранспорта и промышленных объектов. Все эти факторы в совокупности с рекреационной нагрузкой и расширением селитебных зон обуславливают неизбежное снижение биологического разнообразия природных сообществ. Интерес к выявлению потенциала сохранившихся экосистем подмосковных лесов и их компонентов, в частности, к оценке видового разнообразия и экологии эпифитных лишайников, как известных индикаторов загрязнения воздуха [8; 10], приобретает все большую актуальность и значительно возрос в последние десятилетия. Все виды усней в Московской области занесены в региональную Красную книгу [12; 13; 14].

Лишайники рода уснея (*Usnea* Dill. ex Adans.) принадлежат к группе кустистых лишайников (lichenized fungus) сем. *Parmeliaceae* Zenker. Род уснея довольно крупный, различают около 350 видов, обитающих в разных частях планеты, в разнообразных природно-климатических условиях [24]. Все виды этого рода – эпифиты (редко встречаются на древесине и скалах). Слоевидные уснеи кустистые до нитевидных (рис. 1), обычно повисающие, реже прямостоячие или распростертые, зеленовато-серой окраски, сегменты таллома в сечении радиальные, изредка угловато-радиальные. Фотобионт *Trebouxia*-типа [15].



Рис. 1. Уснея почти цветущая (*Usnea subfloridana*) в Московской обл. (фото Е. Суловой)  
Fig. 1. *Usnea subfloridana* in Moscow Oblast (photo by E. Suslova)

Уснеи – преимущественно лесные, особенно широко распространены в умеренной зоне, избегают засушливых ландшафтов. Лишайник предпочитает старовозрастные лесные массивы, влажные, как тенистые, так и хорошо освещенные места, окраины лесных переходных и верховых болот. Важнейшее условие для развития усней, как и для большинства кустистых эпифитов, – качество воздушной среды. В Московской области (далее – МО) распространение лишайника связано с районами, где весьма высока влажность воздуха и минимальны показатели по его загрязнению. Уснеи имеют здесь ограниченное распространение

и встречаются массово лишь на отдельных участках с благоприятными экологическими условиями, чаще всего в пределах особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ). В связи с особой индикаторной ролью в сообществах уснеи продолжают пользоваться популярностью со стороны исследователей при поиске закономерностей в их распространении и состоянии окружающей среды на территории Подмосковья, не угасает интерес к изучению экологии и географии эпифитных лишайников в растительном покрове мегаполиса [3; 4].

Целью нашей работы являются оценка современного состояния, особенностей распространения, связей с конкретными условиями обитания всех известных в настоящее время видов лишайников рода *Usnea* на территории Московской области, рассмотрение возможности использования ряда видов в качестве надежных биоиндикаторов состояния атмосферного воздуха.

Основные задачи – анализ имеющихся литературных, фондовых, гербарных и полученных нами во время многолетних натурных обследований сведений о приуроченности различных видов усней к типам фитоценозов, субстрату (породе дерева), сеточное картографирование для оценки распространения и биоразнообразия, выявление участков с максимальным обилием и видовым разнообразием лишайников рода *Usnea*, выработка мер по организации мониторинга и охране наиболее редких представителей таксона.

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

### Материалы и методы исследования

На территории МО с 2010 г. по 2022 г. нами было собрано порядка 300 образцов лишайников рода *Usnea* из 450 пунктов (дистанция между пунктами достигала максимум 2–3 км, на каждый пункт приходилось от 1 до 3–5 точек сбора лихенологического материала). Исследованиями была охвачена практически вся территория области, при этом наиболее детально изучены западные и северо-западные районы, где сохранились наименее фрагментированные участки старовозрастных смешанных лесов со значительными площадями лесопокрытых территорий; здесь эпифитные кустистые лишайники встречаются значительно чаще, чем в других частях МО (рис. 2).

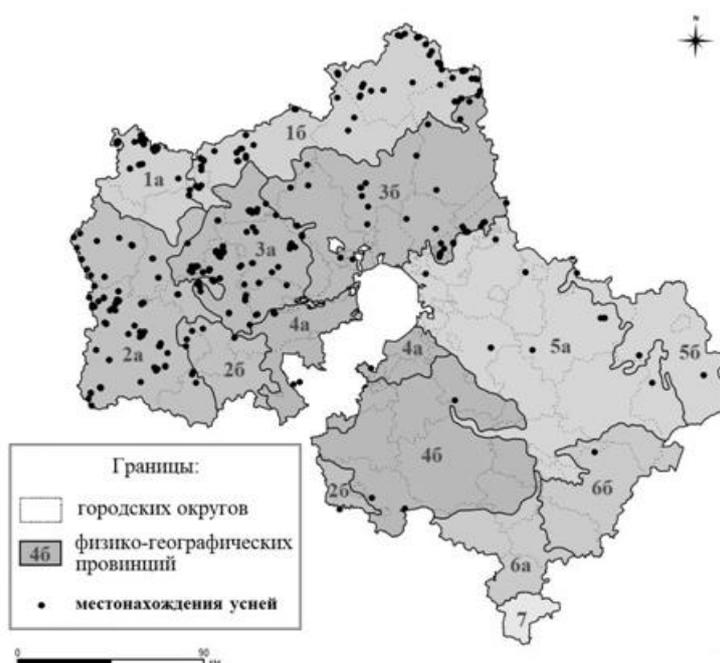


Рис. 2. Места находок видов рода уснея (*Usnea* Dill. ex Adans.) в Московской обл. Провинции: 1 – Верхне-Волжская, 2 – Смоленская, 3 – Московская, 4 – Москворецко-Окская (районы: а – южный, б – северный), 5 – Мещерская, 6 – Заокская, 7 – Среднерусская (районы: а – западный, б – восточный, кроме 4)  
Fig. 2. Location map of *Usnea* Dill. ex Adans finds in Moscow Oblast. Landscape provinces: 1 – Verkhne-Volzhskaya, 2 – Smolenskaya, 3 – Moskovskaya, 4 – Moskvoretsko-Okskaya (districts: a – southern, б – northern), 5 – Mescherskaya, 6 – Zaokskaya, 7 – Srednerusskaya (districts: a – western, б – eastern, except 4)

Распространение усней в южной части Подмосковья маловероятно в силу особенностей их экологической амплитуды и приверженности к старовозрастным ельникам, однако здесь планируется продолжить проведение натурных изысканий с целью возможного выявления местообитаний видов *Usnea*.

Обследования для выявления редких лишайников проводились маршрутным методом. Наиболее полно изучены леса и лесные болота ООПТ. Лишайники собирались, как правило, с нижних доступных частей крон или стволов на высоте 2–5 м и верхних и средних частей стволов упавших елей. Сбор образцов с труднодоступных участков крон елей стал возможным лишь тогда, когда из древостоя начали массово выпадать поврежденные короедом-типографом стволы старых деревьев.

В этикетки вносились данные привязки по GPS-навигатору, географический адрес места сбора, тип растительного сообщества, древесная порода, место прикрепления к форофиту (дереву-носителю) и обилие.

Сборы были определены и переданы в гербарий (MW) биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Часть образцов усней проверена и подтверждена специалистом по

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

данной таксономической группе Л.В. Гагариной на основании глубокого анализа морфологии и вторичных метаболитов, а также методом тонкослойной хроматографии в лаборатории лихенологии и бриологии БИН РАН. В программе MS Excel создана сводная таблица для базы данных, на основании которой для характеристики распространения видов рода были созданы картосхемы с применением метода сеточного картографирования. При составлении картосхем была подобрана сеточная основа с размером квадратов сетки 10x10 км, что наилучшим образом отражает присутствие видов на территории региона. В результате, площадь Московской области была дифференцирована на 544 ячейки. Метод сеточного картографирования позволяет представить сведения об имеющихся находках, при этом, в дальнейшем с поступлением новой информации картина распространения усней в области будет уточняться и дополняться.

В каждом квадрате было посчитано количество встреч лишайников рода уснея, что позволяет наглядно отразить информацию о находках разных видов на единицу площади в соответствии с выбранным пространственным охватом (т.н. «пиксель» соответствует участку в 100 км<sup>2</sup>) и экспертной оценкой обилия (на ее основании была разработана цветовая шкала с 3–6 градациями в зависимости от характера или частоты встреч для каждого вида и/или набора видов в сочетании со значковым методом) и видового богатства *Usnea* в Московской области, т.е. встречаемостью видов (от 0 – вид не обнаружен, до максимального значения концентрации видов в пределах «пикселя») в каждой ячейке сетки. Метод реализовывался посредством применения инструментов пространственного анализа в программном пакете «Quantum GIS», версия 3.8.

### Результаты и их обсуждение

Последнее издание региональной Красной книги (2018) представляет собой следующий перечень видов *Usnea* для МО [13]; в квадратных скобках «[...]» указана текущая категория редкости, в круглых скобках «(с ... на ...)» указаны категории и их изменение в списках региональной Красной книги предшествующих изданий (1998, 2008) [12; 14]:

1. Уснея густобородая [3-я категория (с 0 на 1)] – *Usnea dasopoga* (Ach.) Shirley (ранее указывалась как уснея нитчатая (Красная книга..., 1998, 2008)).
2. Уснея жестковолосатая [3-я категория (с 3 на 2)] – *Usnea hirta* (L.) Weber ex F.H. Wigg.
3. Уснея лапландская [1-я категория (с 3 на 1)] – *U. lapponica* Vain.
4. Уснея оголенная [1-я категория (с 0 на 1)] – *U. glabrata* (Ach.) Vain.,
5. Уснея оголяющаяся [1-я категория (с 3 на 1)] – *U. glabrescens* (Nyl. ex Vain.) Vain., объединенная в один вид с уснеей рыжеющей (с 0 на 1).
6. Уснея почти цветущая [3-я категория (с 3 на 2)] – *U. subfloridana* Stirt..
7. Уснея цветущая [0-я категория (0, не менялась)] – *U. florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg.

В Подмосковье первые находки представителей рода уснея приходятся на конец XIX – начало XX вв. [9], позднее Н.С. Голубковой [5; 6] были подтверждены и открыты новые местообитания многих видов *Usnea*. К концу XX в. в области насчитывалось 8 видов, в новом тысячелетии с выходом второго издания Красной книги (Кк) Московской области [12] произошли некоторые изменения в представлении о редкости распространения усней в регионе, и категории редкости у каждого вида изменились, причем как в сторону усиления режима охраны, так и в сторону его снижения. С выходом третьего издания региональной Кк (2018) в охраняемые списки региона вошли 7 видов [13]. К этому моменту виды уснея оголяющаяся и уснея рыжеющая были объединены в *Usnea glabrescens* (Nyl. ex Vain.) Vain. (incl. *U. fulvoreaegens* (Ras.) Ras.).

После обнаружения первых находок уснеи оголенной и уснеи цветущей в Подмосковье долгое время не было повторно встречено ни одного экземпляра. Уснея оголенная (*Usnea glabrata* (Ach.) Vain.) впервые зафиксирована в МО еще в 1848 г. (Федченко, 1848, цит. по: Голубкова, 1959) [5; 7], затем более столетия, вплоть до обследований Н.С. Голубковой (1996), не удавалось его повторно обнаружить, наконец, последняя находка этого вида, обнаруженная

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

Л.Г. Бязровым, датируется 1995 г. – лишайник был отмечен в окрестностях оз. Глубокое, в Рузском районе (позднее, как и другие административные «районы», он стал именоваться «городским округом»), последующие поиски результатов пока не дали.

По нашей оценке, *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg., собранный в начале прошлого века в Талдомском районе, был определен ошибочно, в связи с чем нами в 2018 г. была организована проверка гербарных архивов БИН, по результатам которой специалистом лишенологом Л.В. Гагариной было заключено, что принадлежность гербарного образца к виду уснея цветущая исключена в связи с несоответствием морфологического облика экземпляра и таксономических признаков *Usnea florida*. Выявить реальную видовую принадлежность данного сбора еще предстоит: образец подготовлен для проведения соответствующего анализа химического состава таллома.

Вплоть до начала второго десятилетия XXI в. большинство сборов кустистых лишайников-эпифитов ограничивалось лишь эпизодическими находками. Создалось впечатление, что лишайники, в частности, виды *Usnea*, крайне редки в регионе и представлены единичными небольшими экземплярами, часто с поврежденными или недоразвитыми талломами [14]. Вслед за выходом в 2008 г. второго издания Кк МО [13] работа по изучению лишенобиоты Подмосковья активизировалась, особое внимание было уделено обследованию на существующих и проектируемых ООПТ, где сохранились массивы спелых и старовозрастных малонарушенных лесов. Находки различных видов усней в 2010–2018 гг. позволили проанализировать приуроченность этих лишайников к определенным типам сообществ и составить первые картосхемы, демонстрирующие распространение усней в МО [21; 12]. В результате продолжения ежегодного мониторинга, проводимого авторами в составе природоохранного фонда – ПО «Верховье» [19], в рамках выполнения ряда проектов Минэкологии МО, количество находок *Usnea* на территории области на 2022 г. значительно увеличилось (рис. 3).

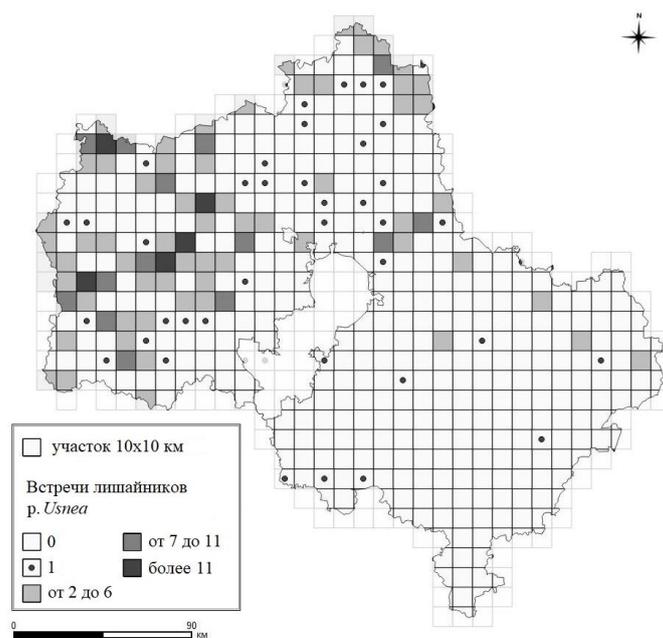


Рис. 3. Встречаемость лишайников рода уснея в Московской обл.  
(число находок на 100 км<sup>2</sup>)

Fig. 3. Occurrence (frequency of occurrence) of *Usnea* Dill. ex Adans in Moscow Oblast (finds per 100 km<sup>2</sup>)

Большинство находок усней обнаружено в северной и северо-западной частях Подмосковья, в Рузском, Можайском, Лотошинском, Шаховском, Талдомском и Клинском г.о., в пределах Смоленской, Верхне-Волжской и Московской физико-географических

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

провинций (ФГП) [1]. Несколько новых находок (2020 г.) было встречено вдоль северо-западной границы Мещёрской ФГП, данная территория относится к г.о. Щёлково, который ранее был недостаточно обследован. Лишайники в своем распространении очевидно тяготеют к территориям с достаточно влажным воздухом с минимальными показателями по его загрязнению [16; 25].

Наиболее часто виды уснеи встречаются в сырых и влажных мелколиственно-еловых, сосново-еловых лесах, спелых и старовозрастных ельниках с березой и сосной и сфагновых сосняках в окрестностях верховых и по окраинам переходных болот, отдельные экземпляры отмечаются в сырых и влажных черноольшаниках и мелколиственных зарослях по берегам водных объектов. В данных сообществах отмечается также максимальное обилие лишайников рода уснея, их можно встретить в плотных группировках с кустистыми видами из других таксонов (эвернией, бриорией), широко оплетающими ветви и стволы и занимающими значительную площадь поверхности форофита. В качестве субстрата уснея предпочитает хвойные деревья, реже встречается на мелколиственных породах (береза, ольха, реже – черемуха, рябина). Самые богатые видами уснеи сообщества, где лишайник обилён, приходятся на ООПТ и участки старых лесов, не затронутых рубкой, пожарами, и заболоченные ландшафты сохранившихся болот, не пострадавших от осушения (рис. 4).

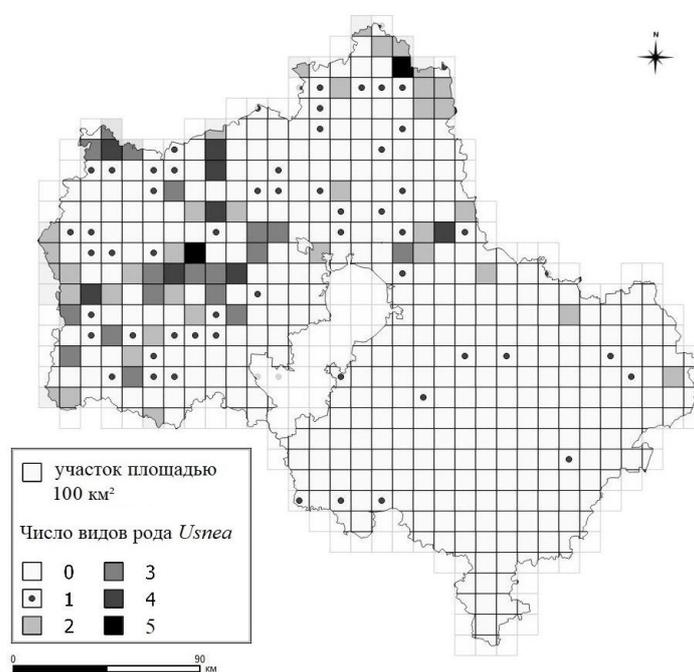


Рис. 4. Видовое богатство рода уснея в Московской области (число видов на 100 км²)  
Fig. 4. Diversity of *Usnea* species in Moscow Oblast (number of species per 100 km²)

Возникновение обильной поросли из эпифитных лишайников подтверждает, что уснея так же, как и большинство видов со схожими экологическими требованиями, тяготеет к участкам с повышенным увлажнением и минимальными показателями нарушенности древостоев сообществ, а также низкой запыленностью атмосферы и высоким качеством воздуха, отсутствием в нем вредных примесей [10].

Наиболее многочисленными за десятилетний период натурных обследований оказались находки уснеи жестковолосатой и уснеи густобородой. Данные виды, помимо известных местообитаний на западе Подмосковья, начали находить и к востоку от столицы (рис. 5, 6), но там они все же крайне редки (единичны) и имеют небольшие размеры.

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

В МО лишайник *Usnea hirta* известен с начала XX в., вид был собран в гербарий из многих городов, в том числе расположенных к югу и востоку от столицы (Люберцы, Подольск, Орехово-Зуево). Лишайник встречался обильно и часто, в основном на соснах, но к концу столетия количество местонахождений заметно сократилось, вид не был обнаружен в ряде ранее известных местообитаний. Уснея густобородая известна в Подмосковье с середины прошлого века, отмечалась на западе и северо-западе региона, распространена также в сопредельных Смоленской и Тверской областях [12].

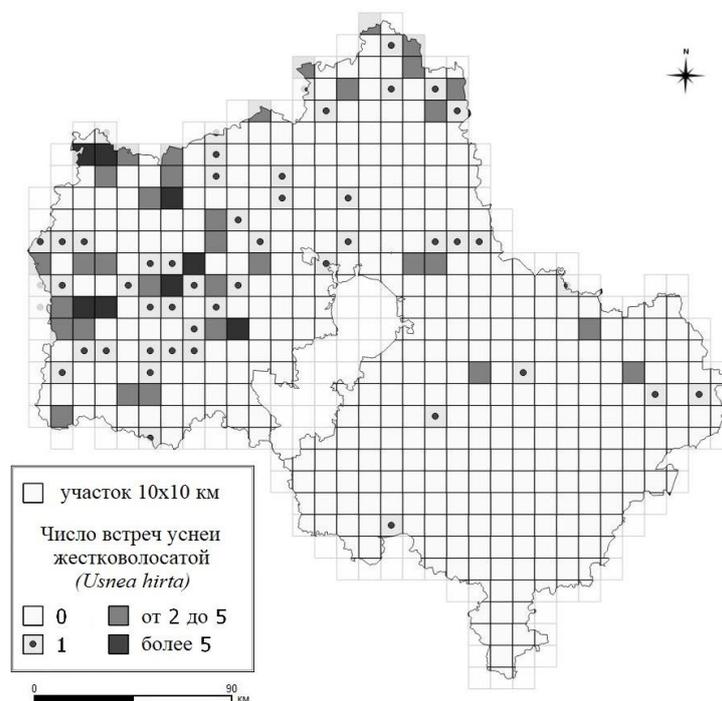


Рис. 5. Распространение уснеи жестковолосатой в Московской обл. (число находок на 100 км<sup>2</sup>)  
Fig. 5. Distribution of *Usnea hirta* in Moscow Oblast (finds per 100 km<sup>2</sup>)

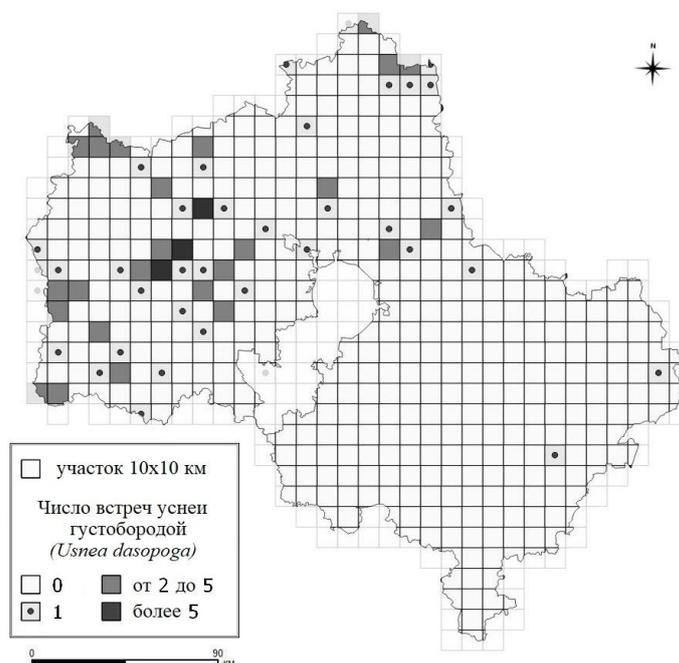


Рис. 6. Распространение уснеи густобородой в Московской обл. (число находок на 100 км<sup>2</sup>)  
Fig. 6. Distribution of *Usnea dasopoga* in Moscow Oblast (finds per 100 km<sup>2</sup>)

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

Согласно современному распределению по региону, лишайники обоих видов обладают способностью к освоению сравнительно засушливых территорий восточной и южной частей Московской обл., при этом избегают ландшафтов, плотно примыкающих к мегаполису. Так, при обследованиях оказалось, что уснею жестковолосатую можно встретить в г.о. Орехово-Зуево, Щёлково, Шатура и Воскресенск, где помимо повышенной сухости воздуха нередко фиксируется более интенсивное загрязнение приземных слоев воздуха [11], что связано как с западным переносом воздушных масс в направлении от столицы, так и исторически сохранившейся концентрацией промышленных предприятий в восточном секторе Подмосковья. Уснея густобородая, вероятно, более уязвима и требовательна к параметрам среды, поэтому не встречается вблизи населенных пунктов в восточной части региона, лишь единичные экземпляры были отмечены к востоку от столицы, ближе к юго-восточной границе области (г.о. Луховицы, Шатура). В юго-восточной части МО лишайники встречаются чаще всего на нетронутых участках по окраинам переходных болот, на влажных прогалинах в сырых ельниках, сосново-еловых, березово-еловых лесах, а также липово-еловых формациях, экземпляры при этом довольно небольшие, нередко имеют неразвитые или поврежденные слоевища и располагаются на небольшой высоте от поверхности земли (20–30 см).

Заметно увеличилось за последние годы количество находок уснеи почти цветущей. В середине XX в. лишайник считался одним из весьма распространенных видов на территории МО [12], после чего длительное время не удавалось подтвердить его высокую встречаемость, но за последние десять лет в результате интенсификации натуральных обследований топология находок уснеи почти цветущей изменилась и значительно расширилась к северу и востоку области (рис. 7).

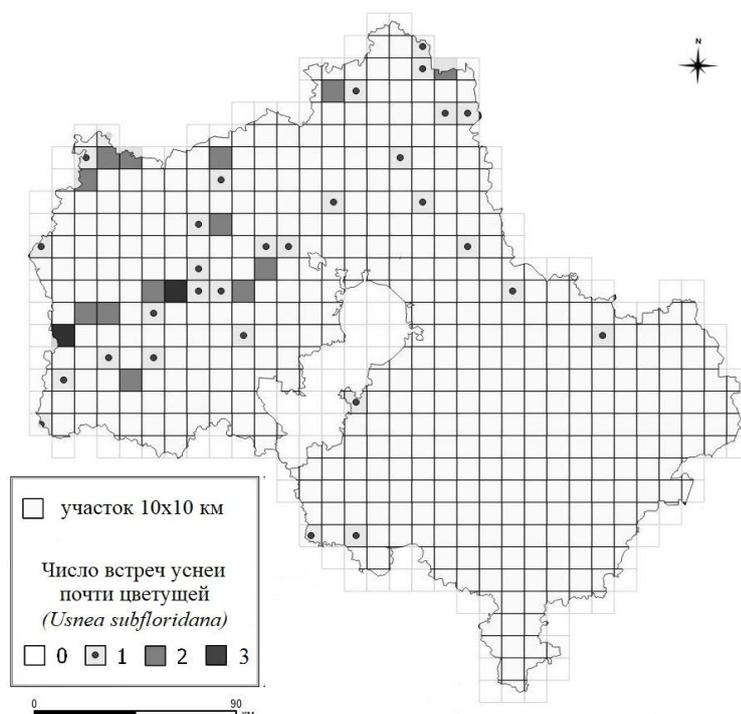


Рис. 7. Распространение уснеи почти цветущей в Московской обл. (число находок на 100 км<sup>2</sup>)  
Fig. 7. Distribution of *Usnea subfloridana* in Moscow Oblast (finds per 100 км<sup>2</sup>)

Несмотря на то, что обилие уснеи почти цветущей в сообществах, как правило, ниже, чем у двух вышеописанных видов, ареал ее в МО не уступает уснее жестковолосатой и простирается довольно далеко к югу (г.о. Серпухов) и востоку (г.о. Шатура) Подмосковья.

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

В основном, *Usnea subfloridana* предпочитает селиться по опушкам сыроватых лесов, в пределах сосново-еловых с березой, березово-еловых, сосновых, осиново-еловых с подростом широколиственных пород формаций, в мелколиственных зарослях по берегам водных объектов, обводненных канав и переходных болот, разово был обнаружен также в старом парке (на клене). Можно отметить, что вид, хотя и чувствителен в отношении загрязнения и запыленности воздуха [25] и избегает экосистем, тесно граничащих с селитебными зонами и транспортными узлами, оказывается довольно гибким в отношении экологических условий. Так, лишайник находили в довольно сухих сосняках на песчаных террасах, часто по окраинам лесов, просекам и полянам, где наблюдается рекреационная нагрузка, а также на участках, пострадавших от короэда-типографа, вблизи гарей или мест рубок. Субстратная привязка также менее строгая и однозначная, чем у вышеописанных видов – уснея почти цветущая была неоднократно встречена как на хвойных (ель, сосна), так и на мелколиственных породах (береза, рябина, ольха серая и черная), и даже на ветвях клена. С целью установления более точных закономерностей в размещении лишайника в МО и его эколопических предпочтений необходимо продолжить поиск новых местонахождений вида в регионе и, при достаточном объеме находок, провести химический анализ на выявление элементного состава талломов лишайника, собранного из разных точек Подмосковья; данные работы планируются на ближайшие пару лет.

Наконец, наиболее редкие по числу встреч в МО виды – уснею оголяющуюся и уснею лапландскую удалось найти лишь в наименее нарушенных березово-еловых, сосново-березовых и еловых, еловых субнеморальных с участками таежного типа лесах, нередко по окраинам болот или в мелколиственных зарослях по долинам малых водотоков.

Оба вида, вероятно, весьма неустойчивы к повышенной сухости местообитаний, поэтому до настоящего момента не найдено ни одного экземпляра в юго-восточной части Подмосковья и к югу от столицы (рис. 8, 9).

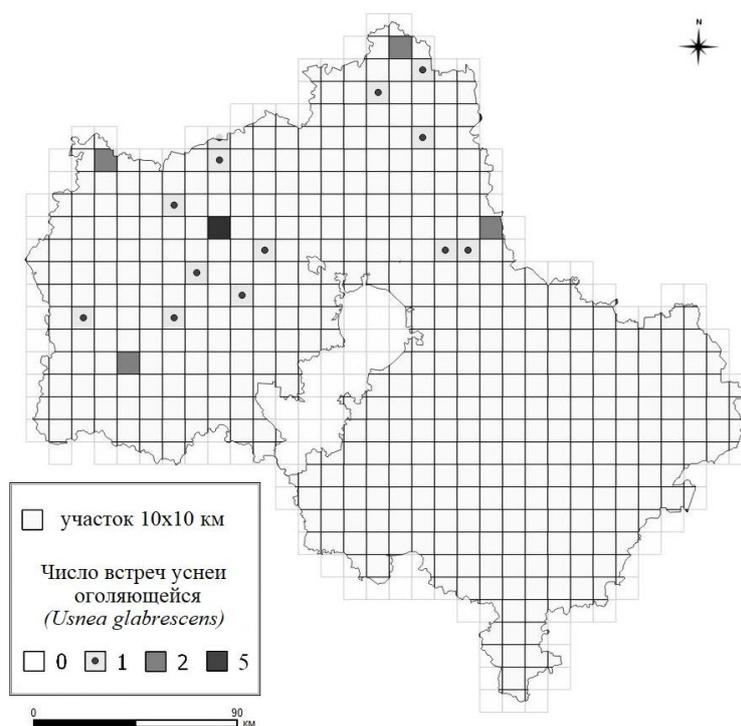


Рис. 8. Распространение уснеи оголяющейся в Московской обл. (число находок на 100 км<sup>2</sup>)

Fig. 8. Distribution of *Usnea glabrescens* in Moscow Oblast (finds per 100 km<sup>2</sup>)

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

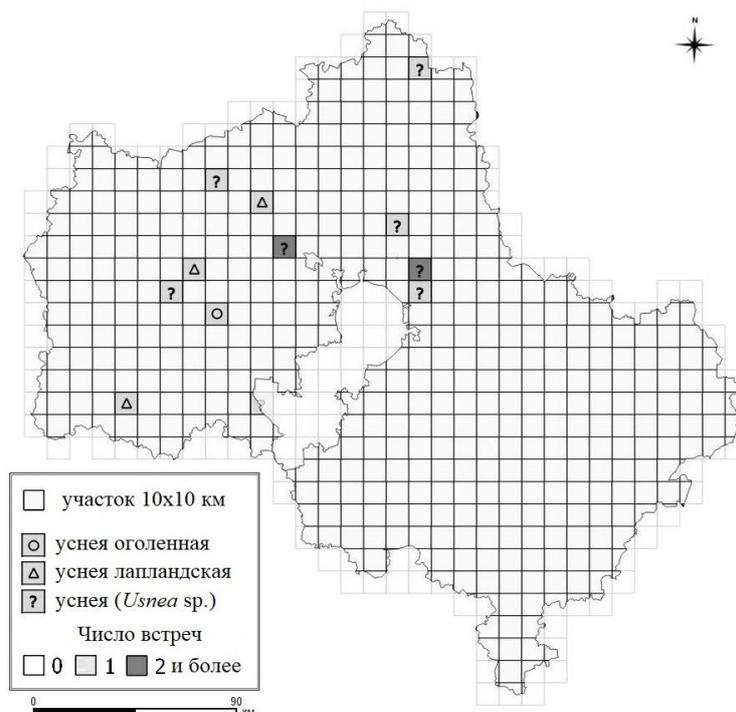


Рис. 9. Встречи уснеи оголенной, уснеи лапландской и *Usnea* spp. в регионе (число находок на 100 км<sup>2</sup>)  
Fig. 9. Finds of *Usnea glabrata*, *U. lapponica* and *Usnea* spp. in Moscow Oblast (per 100 km<sup>2</sup>)

Поиски видов *Usnea* и их новых местообитаний продолжают. В частности, некоторые сборы требуют дополнительной проверки и на настоящий момент находятся на определении у специалистов по таксону, а видовую принадлежность некоторых экземпляров, к сожалению, установить невозможно в силу наличия серьезных повреждений таллома или ювенильной стадии развития лишайника, поэтому такие находки остаются определенными лишь до рода (*Usnea* sp.), но они крайне важны, поскольку позволяют делать выводы о распространении таксона в Подмосковье и помогают в изучении конфигурации родового ареала лишайника.

### Заключение

Несмотря на долгую историю изучения лишенобиоты Московской области подобные полномасштабные исследования и картографический анализ находок не проводились. Таким образом, в данном исследовании впервые для области проведено сеточное картографирование с учетом всех находок уснеи за последнее десятилетие с учетом материалов ранее опубликованных работ по эпифитным лишайникам других родов области [2; 20; 22].

Результаты позволили впервые для всей МО составить полную картину о разнообразии, распространении, встречаемости, приуроченности этих видов к определенным местообитаниям, лесным формациям и древесным породам, а также местам их максимального видового разнообразия.

Все уснеи в настоящее время занесены в Красную книгу Московской области [13]. При этом часть из них, наиболее редкие виды, унаследовали статус охраны из прошлого издания Кк (2008), остальные же переведены в категорию с менее строгим статусом охраны, в их числе оказался даже вид – лишайник уснея густобородая (*Usnea dasopoga*), категория которого повысилась сразу на две позиции (с 1 до 3).

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

Из числа указанных для МО лишайников [13] на сегодняшний день достоверно встречаются (имеются регулярные находки, датированные периодом после 1995 г.) пять видов.

Наиболее распространенными видами рода *Usnea* с высоким обилием в МО оказались уснея жестковолосатая (*Usnea hirta*) и уснея густобородая (*U. dasopoga*). Самыми редкими являются уснея лапландская (*U. lapponica*) и уснея оголяющаяся (*U. glabrescens*), увеличилось количество находок уснеи почти цветущей (*U. subfloridana*), другие два вида – уснея цветущая и уснея оголенная – не удалось обнаружить за последние 10 лет обследований. Вероятно, уснея оголенная исчезла с территории в результате изменения экологических условий, а вид уснея цветущая мог быть в свое время ошибочно определен.

Подавляющее число находок уснеи обнаружено в северной и северо-западных частях Подмосковья, в пределах Смоленской, Верхне-Волжской и Московской физико-географических провинций [1], Лотошинско-Талдомского и Можайско-Загорского геоботанических округов [18], где по площади преобладают еловые гемибореальные леса субнеморального (южнотаежного) типа с участием заболоченных хвойных и мелколиственных лесов, переходных и верховых болот [17; 20]. Лишайники рода уснея предпочитают сырые и заболоченные старовозрастные еловые, сосново-еловые и елово-мелколиственные леса и мелколиственные заросли вблизи водных объектов, а также окраины переходных и верховых лесных болот. В этих типах местообитаний слоевища усней имеют развитый облик и крупные размеры, встречаются часто и весьма обильно покрывают форофит, что свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в данной части региона.

Наиболее высокое видовое разнообразие усней отмечено в г.о. Лотошино и Талдом, а также по границе г.о. Волоколамск, Руза и Истра, где отсутствуют крупные загрязняющие объекты и транспортные узлы, а, по данным экомониторинга, показатели чистоты воздуха наиболее благоприятные (с наименьшими значениями содержания вредных примесей и пылевых частиц).

В юго-восточном секторе Подмосковья, в пределах Москворецко-Окской, Заокской и Среднерусской физико-географических провинций, где относительная влажность воздуха ниже, а температуры в летний период выше, чем в северных и западных районах области [16], развитие многих лишайников сдерживают неблагоприятные для них экологические условия и отсутствие подходящих типов растительных сообществ, а именно – сырых и заболоченных еловых сосново-еловых и мелколиственных с елью лесов, переходных и верховых болот. Таким образом, нормальное развитие (крупные размеры талломов, наличие органов размножения, высокая встречаемость) видов рода *Usnea* в МО возможно только при наличии комплекса факторов: соответствующих микроклиматических условий, в первую очередь, влажности и чистоты атмосферного воздуха, определенных типов растительных сообществ, охраны старовозрастных еловых лесов.

Проводится комплекс работ по оценке разных видов лишайников рода уснея как индикаторов загрязнения атмосферного воздуха в разных частях области, где имеются вполне подходящие условия для развития эпифитной лишайнобиоты.

#### Список источников

1. Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И., Низовцев В.А., Хрусталева М.А., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: СГУ, 1997. 296 с.
2. Аристархова Е.А., Сулова Е.Г., Шадчинов С.М. Разнообразие и распространение лишайников рода бриория (*Bryoria*) в Московской области // Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2020. (5): 88–97.

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

3. Бязров Л.Г. Видовой состав лишенобиоты Московской области. Версия 2. 2009. URL: [http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov\\_msk.html](http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov_msk.html) (дата обращения: 20.02.2022).
4. Бязров Л.Г. Эпифитные лишайники г. Москвы: современная динамика видовой разнообразия. М.: Тов. научных изданий КМК, 2009. 146 с.
5. Голубкова Н.С. Виды рода *Usnea* в Московской области // Ботанические материалы отдела споровых растений. 1959. Т. 12. С. 4–11.
6. Голубкова Н.С. Определитель лишайников России. Вып. 6. СПб., 1996. С. 18–32.
7. Голубкова Н.С. Флора лишайников Московской области: дис. ... канд. биол. наук. Л.: БИН АН СССР, 1962. 102 с.
8. Горшков В.В. Влияние атмосферного загрязнения окислами серы на эпифитный лишайниковый покров северотаежных лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 144–159.
9. Еленкин А.А. Флора лишайников Средней России. Ч.1. Юрьев: типография К. Маттисена, 1906. 184 с.
10. Инсаров Г.Э., Мучник Е.Э., Инсарова И.Д. Эпифитные лишайники в условиях загрязнения атмосферы Москвы: методология долговременного мониторинга // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 23. М.: ИГКЭ, 2010. С. 277–296.
11. Инфо-портал «Подмосковье сегодня». ГАУ МО «Издательский дом «Подмосковье». URL: <https://mosregtoday.ru/archive> (дата обращения: 19.02.2022).
12. Красная книга Московской области (изд. 2-е, доп. и перераб.) / отв. ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.А. Соболев. М.: Тов. научных изданий КМК, 2008. 828 с.
13. Красная книга Московской области (изд. 3-е доп. и перераб.) / отв. ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.Б. Никитский, А.В. Свиридов. Моск. обл.: ПФ «Верховье», 2018. 810 с.
14. Красная книга Московской области / отв. ред. В.А. Зубакин, В.Н. Тихомиров. М.: Аргус: Рус. ун-т, 1998. 559 с.
15. Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие / Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. Рязань, 2011. 360 с.
16. Мячкова Н.А., Сорокина В.Н. Климат Московской области. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 52 с.
17. Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Сулова Е.Г., Швергунова Л.В. Растительность Московской области. Карта растительности. Масштаб 1:200 000. Пояснительный текст и легенда к карте. М.: ЭКОР, 1996. 45 с.
18. Петров В.В. Новая схема геоботанического районирования Московской области // Вестник Московского университета. Сер. 6. Биология, почвоведение. 1968. № 5. С. 44–50.
19. Природоохранный фонд «Верховье». URL: <http://verhovye.ru> (дата обращения: 10.02.2022).
20. Сулова Е.Г. Леса Московской области // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 3. № 1. С. 119–190. [Электронный журнал]. URL: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (дата обращения: 20.02.2022).
21. Сулова Е.Г., Толышева Т.Ю., Русанов А.В., Румянцев В.Ю. Современное распространение некоторых редких и охраняемых лишайников в Московской области // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1. № 1. С. 93–118. [Электронный журнал] URL: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (дата обращения: 20.02.2022).
22. Толышева Т.Ю., Сулова Е.Г. Лишайники рода *Usnea* на особо охраняемых лесных природных территориях Московской области // Лесоведение. 2019. № 1. С. 57–63.

Экология и природопользование  
Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.

23. Экологические карты Москвы и Подмосковья: Портал-справочник «MWMoskva.ru». URL: <https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html> (дата обращения: 02.02.2022).

24. Lücking R., Hodkinson B.P., Leavitt S.D. Supplementary material for 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. *The Bryologist* 119(4): 361–416.

25. The World Air Quality Index project. Real-time monitoring. URL: <https://aqicn.org/city/moscow/> (дата обращения: 20.02.2022).

### References

1. Annenskaya, G.N., Zhuchkova, V.K., Kalinina, V.R., Mamaj, I.I., Nizovtsev, V.A., Khrustaleva, M.A. and Tsesel'chuk, Yu.N. (1997), *Landshafty Moskovskoj oblasti i ih sovremennoe sostoyanie* [Landscapes of the Moscow region and their current state], Smolensk State University, Smolensk, Russia.

2. Aristarkhova, E.A., Suslova, E.G., Shadchinov, S.M. (2020), “Species richness and distribution of Bryoria genus in Moscow oblast”, *Bulletin of Lomonosov Moscow State University. Geography*, no. 5(5), pp. 88–97.

3. Byazrov, L.G. (2009b), *Vidovoj sostav lihenobioty Moskovskoj oblasti* [The species composition of Moscow region lichen biota], Version 2 [Online], available at: [http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov\\_msk.html](http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov_msk.html) (Accessed 20 February 2022).

4. Byazrov, L.G. (2009), *Epifitnye lishajniki Moskvy: sovremennaya dinamika vidovogo raznoobraziya* [Epiphytic lichens of Moscow: present dynamics of species diversity], *Tov. nauchnyh izdanij KMK*, Moscow, Russia.

5. Golubkova, N.S. (1959), “Usnea species in Moscow region”, *Botanicheskie materialy Otdela sporovih rasteniy*, vol. 12, pp. 4–11.

6. Golubkova, N.S. (1996), *Opredelitel' lishajnikov Rossii* [Determinant of lichens in Russia], St. Petersburg, Russia.

7. Golubkova, N.S. (1962), “Lichen flora of the Moscow region”, Ph.D. Thesis, Botanical institute of SSSR Academy Sciences, St. Peterburg, Russia.

8. Gorshkov, V.V. (1990), “Influence of atmospheric pollution with sulfur oxides on epiphytic lichen cover of North taiga forests”, *Lesnye ekosistemy i atmosfernoje zagryaznenie*, pp. 144–159.

9. Elenkin, A.A. (1906), *Flora lishajnikov Srednej Rossii. Chast' 1* [Lichen Flora of Central Russia. Part 1], Tipografiya K. Mattisena, Yur'ev, Estonia.

10. Insarov, G.E., Muchnik, E.E. and Insarova, I.D. (2010), “Epiphytic lichens in the conditions of Moscow air pollution: methodology for long-term monitoring”, *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*, vol. 23, p. 277–296.

11. Info-portal – Podmoskov'e segodnya (2022), “Moscow region today info-portal” [Online], available at: <https://mosregtoday.ru/archive> (Accessed 10 February 2022).

12. *Krasnaya kniga Moskovskoj oblasti* [Red book of the Moscow region] (2008), 2nd ed. updated and revised, in Varlygina, T.I., Zubakin, V.A., Sobolev, N.A. (ed.), *Tov. nauchnyh izdanij KMK*, Moscow, Russia.

13. *Krasnaya kniga Moskovskoj oblasti* [Red book of the Moscow region] (2018), 3rd ed. updated and revised, in Varlygina, T.I., Zubakin, V.A., Nikitskij, N.B., Sviridov, A.V. (ed.), *Verhov'e*, Moscow region, Russia.

14. *Krasnaya kniga Moskovskoj oblasti* [Red book of the Moscow region] (1998), in Zubakin, V.A. and Tikhomirov, V.N. (ed.), *Argus*: Russian University, Moscow, Russia.

15. Muchnik, E.E., Insarova, I.D. and Kazakova, M.V. (2011), *Uchebnyj opredelitel' lishajnikov Srednej Rossii: uchebno-metodicheskoe posobie* [Educational determinant of lichens

in Central Russia: educational and methodological guide], Ryazan' St. Univ. im. S.A. Esenina, Ryazan', Russia.

16. Myachkova, N.A., Sorokina, V.N. (1991), *Klimat Moskovskoj oblasti* [Climate of the Moscow region], Moscow St. Univ., Moscow, Russia.

17. Ogureeva, G.N., Miklyaeva, I.M., Suslova, E.G. and Shvergunova, L.V. (1996), *Rastitel'nost' Moskovskoj oblasti. Karta rastitel'nosti. Masshtab 1:200 000. Poyasnitel'nyj tekst i legenda k karte* [Vegetation of the Moscow region. Vegetation map. Scale 1: 200.000. Explanatory text and legend for the map], EKOR, Moscow Russia.

18. Petrov, V.V. (1968), "New scheme for geobotanical zoning of the Moscow region", *Bulletin of Lomonosov Moscow State University. Biology* (6), no. 5, pp. 44–50.

19. *Prirodo-okhrannij fond Moskovskoj oblasti Verhovye* [Natural guard fund of Moscow region] (2018), "The current distribution of some rare and protected lichens in the Moscow region", available at: [www.verhovye.ru](http://www.verhovye.ru) (Accessed 20 February 2022).

20. Suslova, E.G. (2018), "Forests of the Moscow region", *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, vol. 3, no. 1, pp. 119–190, available at: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (Accessed 20 February 2022).

21. Suslova, E.G., Tolpysheva, T.Yu., Rusanov, A.V. and Rumyanec V.Yu. (2017), "The current distribution of some rare and protected lichens in the Moscow region", *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, vol. 1, no. 1, pp. 93–118, available at: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (Accessed 20 February 2022).

22. Tolpysheva, T.Yu., and Suslova, E.G. (2019), "Lichens of the genus *Usnea* of specially protected natural territories in Moscow region", *Lesovedenie*, no. 1, pp. 57–63.

23. *Ekologicheskie karty Moskvy i Podmoskov'ya* (2022), "Ecological maps of Moscow and Moscow region", Portal-reference – MWMoskva.ru [Online], available at: <https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html> (Accessed 19 February 2022).

24. Lücking, R., Hodkinson, B.P. and Leavitt, S.D. (2016), "Supplementary material for 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera", *The Bryologist*, 119(4), pp. 361–416.

25. The World Air Quality Index project. "Real-time monitoring", [Online], available at: <https://aqicn.org/city/moscow/> (Accessed 20 February 2022).

Статья поступила в редакцию: 22.02.22; одобрена после рецензирования: 08.04.2022; принята к опубликованию: 07.06.2022.

The article was submitted: 22 February 22; approved after review: 08 April 2022; accepted for publication: 07 June 2022.

#### Информация об авторах

#### Information about the authors

##### **Екатерина Александровна Аристархова**

аспирант кафедры биогеографии, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

e-mail: [kattariss@yandex.ru](mailto:kattariss@yandex.ru)

##### **Ekaterina A. Aristarkhova**

Postgraduate Student, Department of Biogeography, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia

##### **Сергей Михайлович Шадчинов**

аспирант кафедры физической географии и ландшафтоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

e-mail: [shadchinov@yandex.ru](mailto:shadchinov@yandex.ru)

##### **Sergey M. Shadchinov**

Postgraduate Student, Department of Physical Geography and Landscape Studies, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;

1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia

---

*Экология и природопользование*  
*Аристархова Е.А., Шадчинов С.М., Сулова Е.Г.*

**Елена Германовна Сулова**

кандидат географических наук, доцент  
кафедры биogeографии, Московский  
государственный университет им.  
М.В. Ломоносова;  
119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

**Elena G. Suslova**

Candidate of Geographical Sciences, Associate  
Professor, Department of Biogeography, Faculty  
of Geography, Lomonosov Moscow State  
University;  
1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia  
e-mail: lena\_susl@mail.ru

***Вклад авторов***

Аристархова Е.А. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, редактирование карт.

Шадчинов С.М. – обработка материала, работа с ГИС, создание карт.

Сулова Е.Г. – идея, сбор материала, научное редактирование текста.

***Конфликт интересов.*** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

***Contribution of the authors***

Ekaterina A. Aristarkhova – the idea; collection of the material; data processing; writing the article; editing the maps.

Sergey M. Shadchinov – data processing; work with geoinformation systems; creation of the maps.

Elena G. Suslova – the idea; collection of the material; scientific editing of the text.

The authors declare no conflict of interest.