

THE NORTHERN RANGE OF RARE PLANT SPECIES IN THE NE FENNOSCANDIA BETWEEN HISTORICAL AND RECENT CLIMATIC CHANGES: THE CASE OF *ERIPHORUM GRACILE* (CYPERACEAE)

I. V. Blinova

Полярно-альпийский ботанический сад-институт ФИЦ КНЦ РАН

ilbli@yahoo.com

Citation: Blinova I.V. 2023. The northern range of rare plant species in the NE Fennoscandia between historical and recent climatic changes: the case of *Eriophorum gracile* (Cyperaceae). *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 14(1): 38-58.

DOI: 10.18822/edgcc567769

Влияние факторов, определяющих границы ареалов, для конкретных видов растений плохо изучено из-за множественности и сложности взаимосвязей. В периоды климатических изменений ответы редких видов растений по сравнению с широкораспространенными проявляются контрастнее, поскольку их адаптационный предел, особенно климатический, может быть исчерпан. Сопоставление крупномасштабного исторического пути конкретного вида, сопряженного с климатом разных эпох, и мелкомасштабных современных климатических изменений, может быть прогностическим для определения тенденций исчезновения отдельных видов.

Eriophorum gracile – редкий вид семейства осоковых, занесенный во многие региональные Красные книги России, в том числе в Мурманской области. В Фенноскандии находится в краснокнижном списке видов Норвегии. Стенобионт на богатых минеротрофных болотах, которые спорадически встречаются по всей Европе и чрезвычайно редко за Полярным Кругом.

В ходе работы уточнено географическое распространение *E. gracile* в Мурманской области на северной границе ареала и собраны фактические данные для тестирования редкости вида по системе IUCN. Подтверждено 14 местонахождений и 30 популяций. Наибольшая представленность отмечена в Лапландии Имандрской и Варзугской. Два местонахождения – из Понойской и Мурманской Лапландии – исключены. Основным фактором, определяющим северную границу распространения, для данного вида является климатический. Большинство местонахождений *E. gracile* расположены в двух из пяти наиболее теплых термических районах, подтверждающих его бореальный статус. Другими лимитирующими факторами являются гидрологический (зависимость от высокого уровня болотных вод) и эдафический (индикатор перехода между слабокислыми и нейтральными почвами).

Исчезновения популяций *E. gracile* и сдвига северной границы этого вида в ответ на современные климатические изменения не ожидается, если повышение температуры не изменит уровень болотных вод местообитаний. Возможны находки новых популяций *E. gracile* в бассейнах тех рек, где вид уже обнаружен, в пределах своего регионального климатического оптимума. Предположительно современные популяции *E. gracile* в северо-восточной части Фенноскандии – остаточные от прежнего палеоареала вида и рефугиумов плейстоценовых оледенений, но требуются дополнительные исследования относительно реликтовых сообществ для установления своевременной охраны.

Ключевые слова: *Eriophorum gracile*, Cyperaceae, редкие виды, Фенноскандия, северная граница ареала, климат, оледенения, реликтовые виды, палеонаходки.

Determinants of range limits for a concrete plant species are still debated because of their complexities [Roy et al. 2009]. In periods of climatic changes, the responses of plants of rare species are more pronounced in comparison to those of common plant species because their adaptation limits, especially climatic, may be depleted [Nielsen et al., 2019; Niskanen et al., 2019; Tyler et al. 2020]. A large-scale historical path of species which reflects past climates compared to small-scale trends of current climate could be prognostic for an estimation of extinction rate [Liu et al., 2017].

The Murmansk Region (66–70° N), located in the north-eastern corner of Russian Fennoscandia, is a part of the Atlantic-Arctic zone of temperate belt with a rather mild climate. The snow cover period extends from the middle of October until the end of May, and the thermal growing season from early June until the middle of September. The average amount of precipitation varies from 800 to 1200 mm in mountainous regions and from 500 to 800 mm in the greater part of the lowland area [Yakovlev 1961; Yakovlev, Kozlova 1971]. Murmansk Region is geomorphologically part of the Baltic Shield, and its topography generally becomes lower from northwest to southeast [Geologiya SSSR, 1958]. It contains the oldest rocks of the European continent which are mainly composed by granites and gneisses with

local alkaline intrusions in its eastern part [Pozhilenko et al., 2002; Ivanyuk et al., 2008]. Two latitudinal vegetation zones can be distinguished: tundra and taiga [Ramenskaya 1983]. The taiga zone is divided into the transitional forest-tundra zone and the northern taiga [Chernov 1971].

The biogeographic provinces of Eastern Fennoscandia were first described by Finnish botanists in 1859 and further developed at the end of the 1800s and early 1900s [Hämet-Ahti et al., 1998; Uotila, 2013]. Of the eight provinces, Lapponia petsamoënsis (Lps), Lapponia tulomensis (Lt), Lapponia murmanica (Lm), Lapponia Imandrae (Lim), Lapponia Varsugae (Lv), Lapponia ponojensis (Lp) have borders entirely within Murmansk Region. Only small parts of the two southern provinces Regio kuusamoënsis (Ks) and Karelia keretina (Kk) are included in Murmansk Region. The largest part of Kk is situated in the Republic of Karelia. Of Ks the largest part lies in Finland and another small part is in Karelia.

Eriophorum gracile is rare plant species from Cyperaceae. It is included in many regional Red data books of the Russian Federation and also in Murmansk Region [Krasnaya..., 2014]. In Fennoscandia the species is inserted in the Red data list of Norway [Kålås et al., 2010]. *E. gracile* is a specialist species of rich fens which occur sporadically in Europe and rarely north of the Arctic Circle [Lansdown, 2011].

Specimens of *E. gracile* from the following herbaria were examined: KPABG, H, KAND, LE, MW, INEP, PTZ, S, TROM and the Pasvik Nature Reserve. Additionally, the Moscow Digital Herbarium [Seregin, 2023], the Kasviatlas [Lampinen, Lahti, 2021], the Cryptogamic Russian Information System [CRIS, 2023] and the «Flora of Russian Lapland» [Kozhin, Sennikov, 2020] have been checked. The list of occurrences and distribution map are composed. The ordination of occurrences goes according to the biogeographic provinces from west to east latitudinally. The number of geographic dots (T) and the number of populations (T) are given in brackets after the province acronym. All the records are divided into confirmed and excluded (on the basis of ecological characteristics). The later are in the end of the list. The nearest occurrences (within 25 km) are indicated as one sign on the map. The map (Figure 1) is compiled in Arcview GIS 3.2.

A base temperature of 5°C has been used for the definition of the thermal growing season (the onset and length). The length of the growing season has a tendency to shortening from south-south-west to east-north-east [Blinova, Chmielewski, 2015]. For a simplified termic division of surface of Murmansk Region the map of the onset of the growing season [Yakovlev, Kozlova, 1971] has been used (Figure 2). The records of *E. gracile* have been proved on an association of localities and the occurrences of rocks with a content of CaO higher 5% mass according to literature [Perevozchikova, 1971; Pozhilenko et al., 2002; Arzamastsev et al., 2008; Filina et al., 2022] and with a help of the previously made list of Ca-rocks with chemical content [Blinova, 2009]. pH of the surface water is measured directly in the field 1-2 times from June to August of 2014 in four different water logged sites with population subsets of the species (the record № 11.1 from the list) using a PH-009 (Kelilong Instruments) pen with a 0.0-14.0 scale divided into units of 0.1; soil salinity, using a TDS 5 (HM Digital) pen with a 0-9990 mg/l scale divided into units of 1 mg/l. Hypotheses concerning historical path of the species are based on the chorological study and data concerning climatic characteristics and vegetation of geological periods. Relic status of *E. gracile* is assumed according to paleorecords in certain geological periods (taxonomical relicts). The relic range of the species is proposed but not proved.

Geographic distribution at the northern range of the species has been defined in Murmansk Region where this species has its northern border. The regional population data set are collected for further the IUCN-red data book testing [Guidelines ..., 2019]. 30 populations from 14 geographic localities have been confirmed (Table 1). Of eight biogeographic provinces, Lapponia Imandrae and Lapponia Varsugae have more populations of *E. gracile*. Two records – one from Lapponia ponojensis and another from Lapponia murmanica – are excluded. It is proved that the main factor which shapes the northern limit of this species in Fennoscandia is climatic. The majority of populations are situated in two of five the warmest climatic subunits of Murmansk Region (Table 2), and these climatic areas match the latitudinal forest border. Another determinants shaping geographic range are hydrological (an association with a high water table) and edaphic (an indicator species of transition between slightly acid and neutral soils).

An extinction of populations of *E. gracile* and a range shift of the species as a response to recent climatic trends is not predicted at the northern border if warmer temperatures will not affect high water table of habitats. Moreover, within its regional climatic optimum species could expand its presence in river basins with already existed species' occurrences. The populations of *E. gracile* in the north-eastern Fennoscandia might be remnants of its paleo-range and Pleistocene refugia, additional research will help conservation management of a potentially relic habitats.

Key words: *Eriophorum gracile*, Cyperaceae, rare plant species, Fennoscandia, the northern distributional range, climate, glaciations, relic species, paleorecords.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение факторов, определяющих границы распространения видов, является важной теоретической базой экологии, эволюции и охраны природы, поскольку они могут касаться макроэволюционных механизмов видообразования [Roy et al., 2009]. И, хотя работ, которые связаны

с изучением закономерностей распространения видов на границах ареалов, выполнено много по всему миру, эта тема – полностью не раскрыта. В Мурманской области проходит северная граница распространения многих видов сосудистых растений, которую часто связывают с климатическим фактором [Ramenskaya, 1983; Blinova, 2009]. Климатическое потепление уже привело к трансформации растительного покрова Фенноскандии [Nielsen et al., 2019; Niskanen et al., 2019; Tyler et al., 2020]. Отмечено, что распространение редких видов растений особенно тесно связано с изменениями как современного климата [Vincent et al., 2020; Roman-Palacios, Wiens, 2020], так и исторического, связанного с оледенениями [Liu et al., 2017]. Поэтому выявление изменений в географии популяций конкретных видов на северном пределе распространения является актуальным.

В северных регионах травы из Cyperaceae часто лидируют в составе болотных фитоценозов [Smagin, Boch, 2001]. И хотя осоковые часто являются доминантами болот, в Мурманской области есть и редкие виды этого семейства. Среди них *Eriophorum gracile* – вид, занесенный в Красную книгу Мурманской области [Red ..., 2014]. По глобальной шкале *E. gracile* близок к видам, находящимся под угрозой исчезновения (NT) [Bilz et al., 2011]. В Фенноскандии *E. gracile* включен в Красную книгу Норвегии [Kalas et al., 2010], но отсутствует в списке краснокнижных видов Финляндии [Rassi et al., 2010]. Вид включен во многие региональные Красные книги Европейской части России.

Пушица *Eriophorum gracile* получила статус редкости относительно недавно в связи с тестированием и подтверждением небольшого числа очень фрагментированных популяций по всему ареалу, а также фактами их исчезновения. Дефицит данных для этого вида все еще остается большим и на организменном и на популяционном уровнях. Для *E. gracile* отмечен недостаток информации по особенностям динамики популяций и репродуктивной биологии и требуются дальнейшие мониторинговые работы по всему ареалу.

Определение статуса редкости вида предусматривает учет всех местонахождений вида и числа его популяций в пределах региона [Guidelines ..., 2019]. Особенности географического распространения многих видов сосудистых растений Мурманской области традиционно базируются на изданиях «Флоры Мурманской области» [Flora ..., 1953-1966], а также картах Хультена [Hulten, 1950, 1971; Hulten, Fries, 1986]. Эти материалы по распространению видов уже относятся к историческим. Также очерк, посвященный *E. gracile*, в Красной книге Мурманской области [Red ..., 2014] требует новой редакции.

Поэтому цель данной работы заключалась в проведении ревизии местонахождений *Eriophorum gracile* в Мурманской области, составлении карты современного географического распространения в регионе и установлении примерного числа локальных популяций для последующей оценки редкости вида по методике IUCN. Также в цели работы входило проведение географического анализа распространения данного вида с выявлением факторов, определяющих его северную границу, и установление возможного исторического пути вида.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мурманская область (66-70°N с.ш.) находится в атлантико-арктической климатической зоне умеренного пояса [Yakovlev, 1961]. Большая часть ее территории расположена севернее Полярного круга. Влиянием теплого морского течения Гольфстрим обусловлен относительно мягкий климат, который определяет развитие в регионе преимущественно бореальных типов растительности [Regel, 1935; Ramenskaya, 1983]. Среднегодовое количество осадков неодинаково в разных районах области. Годовая сумма осадков варьирует от 800 до 1200 мм в горных районах до 500-800 мм на большей части равнинной территории [Yakovlev, Kozlova, 1971]. Снежный покров лежит с середины октября по конец мая. Вегетационный период длится с раннего июня по середину сентября и имеет тенденцию к заметному (19 дней) удлинению с 1951 г. [Blinova, Chmielewski, 2015]. Мурманская область является частью обширной площади Балтийского (Фенноскандинавского) щита, сложенного кристаллическими, преимущественно архейскими породами [Geology of the USSR ..., 1958]. При этом есть породы, содержащие кальций и даже высококальциевые, и они имеют ограниченное распространение в области [Pozhilenko et al., 2002; Ivanyuk et al., 2008; Petrov et al., 2013; Sidorov et al., 2021; Filina et al., 2022].

Восемь биогеографических провинций выделены в регионе с конца XIX века: Петсамо (*Lapponia petsamoensis*, Lps), Лапландия Туломская (*Lapponia tulomensis*, Lt), Лапландия Мурманская (*Lapponia murmanica*, Lm), Лапландия Имандрская (*Lapponia imandrae*, Lim), Лапландия Варзугская

(*Lapponia Varsugae*, Lv), Лапландия Понойская (*Lapponia ponojensis*, Lp), Куусамо (*Regio kuusamoensis*, Ks) и Карелия Керетская (*Karelia keretina*, Kk) [Hamet-Ahti et al., 1998; Uotila, 2013]. Относительно недавно к самостоятельной провинции (*Lapponia Khibibinensis*) отнесены Хибинские горы [Urbanavichus et al., 2008] и выделен горный блок [Blinova, Chmielewski, 2015]. Но в данной работе новые деления не использовали.

Eriophorum gracile – циркумбореальный вид с обширным ареалом в холодных и умеренных областях северного полушария: от Европы на восток через Сибирь и Казахстан до Амура и Приморья Дальнего Востока России, спорадически на Камчатке, Сахалине, Китае, Корею и на большей территории Северной Америки [Hulten, Fries, 1986; Новоселова, 1994; Lansdown, 2011]. Везде – в заболоченных местообитаниях.

Для составления списка местонахождений и карты распространения изучен материал следующих гербариев: КРАБГ – Полярно-альпийского ботанического сада-института, KAND – Кандалакшского государственного заповедника, ГЗП – государственного заповедника Пасвик, INEP – института проблем промышленной экологии Севера, PTZ – Карельского научного центра, LE – Ботанического института им. В. Л. Комарова, Н – университета г. Хельсинки, S – шведского музея естественной истории, TROM – Арктического университета Норвегии. Также использованы электронные базы данных для сборов KAND, MW, INEP в Цифровой гербарии МГУ [Seregin, 2023], базе данных проекта “Flora of Russian Lapland” [Kozhin, Sennikov, 2020] и Cryptogamic Russian Information System [CRIS, 2023], финских сборов в “Kasviatlas” [Lampinen, Lahti, 2021].

В списке местонахождений вида нумерация сборов – сплошная, и ординация идет согласно биогеографическим провинциям в широтном направлении с юга на север. Для гербарных сборов приводится акроним их хранилища (гербария), для литературных упоминаний – ссылка на источник. Оригинальные записи этикеток на других языках приведены в квадратных скобках. В скобках после аббревиатур биогеографических провинций через тире указано число учтенных географических точек (Т) и число популяций (П).

Местонахождения подразделены на подтвержденные и исключенные. Исключенные местонахождения помещены в конец списка. Критерием для исключения служило несоответствие экологических (климатических, эдафических, гидрологических и др.) характеристик географического пункта минимальным требованиям для произрастания вида в данных условиях. Далее проверялось наличие ваучерного образца в гербарии и подробности сбора.

Распространение *Eriophorum gracile* представлено в виде точечного ареала. Близкие местонахождения, удаленные в пределах 25 км друг от друга, отмечали на базовой карте Мурманской области одним знаком. Электронные карты выполнены в Arcview GIS 3.2.

Вегетационный период рассматривали как число дней выше базовой температуры +5°C. Длина вегетационного периода контрастно отличается в разных районах области, имеет тенденцию к сокращению на восток-северо-восток и отражает расположение растительных зон в Мурманской области [Blinova, Chmielewski, 2015]. Начало вегетационного периода, обусловленное переходом средней суточной температуры воздуха через +5°C весной, хорошо согласуется с расположением зональной растительности. Поэтому для разграничения региона по теплообеспечению летом для упрощения использовали климатическую карту [Yakovlev, Kozlova, 1971] перехода средней суточной температуры воздуха через +5°C весной.

Местонахождения *Eriophorum gracile* проверяли на предмет связи с горными породами по геологическим картам Мурманской области [Perevozchikova, 1971; Pozhilenko et al., 2002; Remizova, 2007], картам щелочных массивов [Arzamastsev et al., 2008; Filina et al., 2022] и другим работам [Zaitsev et al., 2014; Kastornyy, 2020; Sidorov et al., 2021]. Предварительно сделана калибровка пород по содержанию в них кальция. Породы, среднее содержание СаО в которых превышало или равнялось 5%, относили к высококальциевым. Составлен справочный список основных высококальциевых пород с их составом и процентным содержанием кальция [Blinova, 2009].

Уровень кислотности болотных вод и содержание в них солей были непосредственно измерены в полевых условиях портативными приборами 1-2 раза в период с июня по август 2014 г. в четырех изолированных фрагментах популяции *Eriophorum gracile* в центральной части Мурманской области (№ 11.1 по списку). Для определения кислотности почвы использовали портативный прибор для измерения уровня pH воды pH-009 (Kelilong Instruments, Китай) с диапазоном измерений от 0.00 до 14.00 и ценой деления 0.1. Для измерения удельной электропроводности воды использовали кондуктомер AP-2 (НМ Digital, Китай) с диапазоном измерений от 0-9999 мкСм ценой деления 1 мкСм. Поскольку данное болото обследовали в 2013-2015 гг. на предмет градиентов кислотности и электропроводности почвенных растворов по данным из 28 пунктов измерений (с различными

выборками), связанных с индикаторными видами растений, шкала почв по кислотности была составлена на основании этих данных [Blinova, 2016]. Три группы почв были выделены на основании принятого во многих европейских странах и США (но отличающегося в России) деления на слабокислые (рН 5.9-6.8), нейтральные (рН 6.8-7.2) и слабощелочные почвы (рН 7.0-7.9). Наиболее близкие показатели по диапазонам рН они имели с системой Швейцарии [BGS, 2010]. Связь индикаторного вида с одной из трех групп по кислотности почвы была определена на основании кластерного анализа и анализа главных компонент, причем в группах также учитывалось значение электропроводности. По значениям рН и электропроводности *E. gracile* был на границе между слабокислыми и нейтральными почвами.

Гипотезы исторического расселения вида основаны на хорологическом анализе *Eriophorum gracile*, данных относительно климатических характеристик и растительности определенного исторического периода. Под реликтами понимали виды, существование которых доказано по палеонаходкам в прошлых геологических периодах (таксономические реликты). Предположение о реликтовом деградированном ареале *E. gracile* возможно, но обоснование не входило в задачи исследования, так как для этого недостаточно данных, несмотря на то, что вид по своему ареалу встречается спорадически.

Полевые данные статистически обработаны, в выборках получены средние ($\bar{X}$), стандартное отклонения (SD), минимум и максимум значений (min-max). Для установления связи между климатическим фактором и численностью местонахождений, (популяций), а также между численностью генеративных побегов в популяции и показателями почвенных вод применяли регрессионный анализ и использовали программу PAST [Hammer et al., 2001].

Номенклатура для сосудистых растений приведена по С.К. Черепанову [Cherepanov, 1995], мохообразных – по М.С. Игнатову и О. М. Афоной [Ignatov, Afonina, 1992].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Список местонахождений *Eriophorum gracile* на территории Мурманской области приведен ниже.

Подтвержденные местонахождения:

Ks (Т2 – П4)

1. между оз. Вуоснаярви и оз. Вуориярви – бассейн оз. Ниваярви:

1.1. р. Кутсайоки, Олений водопад (Янискогас?) [Tuntsajoki. Peuraköngäs - 34¹]: [Pesola, 1955] и литературная ссылка в базе Н;

1.2. оз. Райярви [Rajajärvi - 50]: [Pesola, 1955] и литературная ссылка в базе Н;

1.3. оз. Ниваярви [Rajajärvi – Nivajärvi - 62]: [Pesola, 1955] и литературная ссылка в базе Н;

2. пос. Куоляярви:

2.1. болото между горой и деревней с церковью, Aschan M., 04.07.1913 [Kuolajarvi, Kart mellan fjället och kyrkoby]: Н; Куоляярвская деревня с церковью, пустошь, Ruotsalo R., 17.07.1937 [Kuolajarven kirkonkylä, Rame]: Н;

Kk (Т2 – П4)

3. о-в Великий:

3.1. Городецкий порог, на сфагновом болоте вокруг озера Тростникового, Победимова Е., Коломойцева С., 08.08.1957: LE,

3.2. кочкарно-мочажинное болото, в воде, 79 кв., Бакеева Л., Вехов В.Н., Дворцовская Н., 30.06.1963: KAND, [Kozhin, Sennikov, 2020],

3.3. осоково-гипновое кочкарное болото, Вехов В.Н., Флоренская К.К., 23.07.1964: (KAND, [Kozhin, Sennikov, 2020], и оно же Вехов В. Н., 23.07.1964: KAND, [Kozhin, Sennikov, 2020], и, возможно оно же: грядово-мочажинное болото в 64 кв., Вехов В.Н., Филин В. Р. 04.08.1976: MW, [Seregin, 2023];

Примечание: указания на этот вид в близком пункте (п-ов Киндо) В. Н. Веховым и Н. Е. Богдановой [Vekhov, Bogdanova, 1971] были переопределены Д.Д. Соколовым на *E. polystachyon*.

4. о-в Ряжков:

¹ номер в системе типов местообитаний в работе [Pesola, 1955], в том числе с учетом содержания кальция.

4.1 осоково-сфагновое болото, Бреслина И.П., 09.08.1963: KAND, [Kozhin, Sennikov, 2020];

Lv (ТЗ – П8)

5. бассейн р. Варзуга:

5.1. между Падунотом (водопад) и Сергозером, на сфагновом болоте, Регель К.В., 22.07.1913: LE;

6. бассейн р. Поной, срединная часть:

6.1. зоологический заказник регионального значения "Понойский", 3.4 км к югу от д. Чальмны-Варрэ (Ивановка), болото Тульлампе, осоково-пушицево-гипновая топь, Кузнецов О.Л., 01.08.2018: INEP по CRIS, PTZ; [Borovichev et al., 2020; Kutenkov et al., 2020];

7. бассейн р. Поной, верховья:

7.1. северо-восточный берег оз. Чурозеро, к востоку от избы рыбаков, грядово-мочажинное болото, в мочажине, заросшей пушицей, Чернов Е.Г., Смирнова Г.К., Ковакина В.А., Маркеева Т., 31.07.1946: КРАВГ;

7.2. в 7 км к северо-западу от устья р. Сахарной, грядово-мочажинное болото, осоковая, без мхов, мочажина, Орлова Н.И., Чернов Е.Г., Свеженина А.Ф., №239/5, 23.07.1960: КРАВГ;

7.3. в 8 км к северу-северо-западу от устья р. Сахарной, осоковое и осоково-сфагновое болото, не очень топкие места, много, Орлова Н.И., Чернов Е.Г., Свеженина А.Ф., №184/7, 22.07.1960: КРАВГ и дублеты в КРАВГ, LE и ЦСБС;

7.4. между р. Тичка и руч. Большой, травяно-гипновая топь в центре мезоэвтрофного болота, 14.VIII.2019, Кузнецов О.Л., Кутенков С.А., Игнашов П.И.: PTZ, [Borovichev et al., 2021];

7.5. р. Пятчема, болото Макаровское, грядово-топяной комплекс, мезотрофная травяно-гипновая топь, 25.VIII.2019, Кутенков С.А., Игнашов П.И.: PTZ, [Borovichev et al., 2021];

7.6. р. Пятчема, болото Макаровское, обширная осоково-вахтовая топь в центре болота, 21.VIII.2019, Кутенков С.А., Игнашов П.И.: PTZ, [Borovichev et al., 2021];

Примечание: с 40-60х годов прошлого века на участке р. Поной от с. Красношелье до оз. Чурозеро известны три популяции *Eriophorum gracile* – 7.1, 7.2, 7.3. Экспедиция обследовала также пункты сборов 6.1., 7.5, 7.6., откуда собраны образцы харовых водорослей [Romanov, Blinova, 2015], но тогда *E. gracile* не был отмечен. Исходя из информации гербарных этикеток и литературных данных [Kutenkov et al., 2020], число популяций в бассейне р. Поной превышает число собранных гербарных образцов и в будущем нуждается в корректировке. Так, есть наблюдения еще четырех популяций на болотах у р. Тичка [Borovichev et al., 2021]. В виду обширных площадей болотных массивов в этом районе актуальным является выявление границ популяций *E. gracile* в пределах болотных массивов: из описаний не ясно, относятся ли они к разным, или к одной популяции.

Lim (Т4 – П7)

8. около Кандалакши:

8.1. проливы, осоковое болото, Савич Н., 19.08.1921, переопр. *E. polystachion*, Schipczinsky N., 1929; переопр. Efimov P., 2022: LE;

8.2. между Кандалакшей и Колвицей, на болоте между горами, Lindberg H., 28.07.1913, [inter Kandalakscha et Kolvitsa, in palude infra alpem]: Н, и предположительно они же: между Кандалакшей и Колвицей, болото, Aschan M., 28.07.1913 [Mellan Kantalaks och Kolvitsa, Karr]: Н; 9.5 км на В-ЮВ от г. Кандалакша, старая Лувеньгская дорога, восточная часть комплексного мохово-пухоносово-осокового болота у подножия г. Малая Куртяжная (Iuvfen), Блинова И.В., 06.08.2015: КРАВГ;

9. залив на р. Умба:

9.1. мшистые окраины мочажин, Kihlman A. Osw., 22.08.1892 [ad pag. Umba, in ripa muscosa stagni]: Н;

10. срединная часть бассейна р. Умба:

10.1. пороги на Умбе, в воде, N 863, registration number S14-25787, Kihlman A.Osw., 16.08.1892 [Kontioikoski ad flum. Umpjok in aquosis]: Н и S, дублет из Н;

10.2. Капустные озера, сенопас на разливе у домика Николаевых, асс. *Equisetum limosum*, неизв. коллектор, 22.07.1940, опр. Чернов Е.Г., 07.08.1960: КРАВГ;

Примечание: географически близкая к предыдущей популяции.

11. окрестности г. Апатиты:

11.1. ~3.8 км на В-ЮВ от центра г. Апатиты, склоновое пушицево-пухоносово-осоковое болото (moch_fen1), в нескольких небольших мочажинах, очень рассеянно, Блинова И.В. 25.06.2014 (цветение), 15.07.2014 (плодоношение): КРАВГ;

11.2. 3.5 км к востоку от г. Апатиты, долина р. Жемчужной, склоновое облесенное сосной, осоково-травяно-сфагновое болото, мочажина, Разумовская А.В., 05.08.2017: INEP по CRIS;

Примечание: местонахождения 8.2, 11.1 и 11.2 относятся к недавно описанным в регионе богатым минеротрофным болотам и на карте, приведенной в обзорной статье [Blinova et al., 2017], имеют нумерацию соответственно 7, 5 и 6.

Lt (T1 – П1)

12. у Пулозера, по литературным данным: [Fellman, 1831, 1882; Hulten, 1950, 1971; Hulten, Fries, 1986].

Примечание: впервые местонахождение “Ad Pollomjaur” появилось в одном из первых аннотированных списков сосудистых растений для Кольского полуострова для *Eriophorum triquetrum* (синоним *E. gracile*) [Fellman, 1931]. В 1882 г. приводится тот же географический пункт [Fellman, 1882] и пометка о том, что *E. gracile* и *E. triquetrum* – один и тот же вид. “Pollomjaur” (Lake Polozero, Lt) – небольшое озеро Пулозеро в Туломской Лапландии, откуда известны указания других сосудистых растений из трудов Фельмана [Väre, 2011]. Это – единственное указание на присутствие данного вида в Русской Лапландии (Lapponica Rossica) остается и в “Conspectus Florae Fennicae” [Hjelt, 1892]. Однако местонахождение не было включено во «Флору Мурманской области» [Chernov, 1954], но присутствовало на картах Хультена [Hulten, 1950, 1971; Hulten, Fries, 1986]. В Красной книге Мурманской области неправильно интерпретировано как «к северу от Волчьих Тундр» [Red ..., 2014], хотя вид не приводился в списках флоры Лапландского государственного заповедника [Berlina, Kostina, 2012].

Северное расположение этого местонахождения без наличия гербарного материала вызывало сомнения в правильном указании о встречаемости там *E. gracile*. Однако, как будет показано далее, этот пункт соответствует климатическим предпочтениям вида. Также сравнительно недавно в районе Пулозера обнаружили новые высококальциевые породы, названные высококальциевыми гнейсами [Petrov et al., 2013]. Вместе с напорным увлажнением они создают заболоченные ландшафты, эдафически удовлетворяющие экологические требования *E. gracile*. В данной местности следует провести новые поисковые работы в период плодоношения этого вида в середине июля. Поскольку сам вид легко просматривается, то сначала следует закартировать примерные болотные участки в данном районе, где он мог бы расти.

Lps (T2 – П6)

13. Печенгский р-он, пос. Янискоски:

13.1. в 1 км к юго-западу от поселка, аапа-болото, единичные экз., № 28543, Кравченко А.В., 15.08.2016: [Kravchenko et al., 2017];

13.2. болото Кайтоапа, участок с аапа-комплексам, Кутенков С., 15.08.2016: PTZ, [Kravchenko et al., 2017].

Примечание: ранее, с 05.08.1993, с норвежской стороны через границу от Янискоски известна другая популяция *Eriophorum gracile* [Blindheim, 2023]. Указание о том, что образцы 13.1. и 13.2. имеются в гербарии заповедника Пасвик [Kravchenko et al., 2017] не подтвердилось.

14. Печенгский р-он, Государственный заповедник Пасвик:

14.1. кв. 3, выд. 14, в 1 км к юго-западу от Глухой плотины, между озерами Марккиналампи и Пахталампи, аапа-болото, участок с грядово-мочажинным комплексом, десятки экз., № 22935, Кравченко А.В., 04.08.2010: [Kravchenko, Kuznetsov, 2016];

14.2. кв. 3, выд. 28, в 0.5 км к северо-востоку от ПЗ91, аапа-болото, рассеянно на значительной площади, № 25029, Кравченко А.В., 01.08.2012: [Kravchenko, Kuznetsov, 2016];

14.3. Глухая плотина, южный берег залива «Лангватн» на оз. Боссоярви, аапа-болото, 69.361418 29.737079, № 627, Кравченко А.В., 04.08.2011 [Glyhaya dam, S shore of “Langvatn” Bay of Bossojarvi Lake, Aapa mire]: (ГЗП),

14.4. западный берег оз. Боссоярви (Питкаярвенлахти), залив Хаапаниеми, болотная система Пиипаринийенке, восточный конец, очень влажное переходное болото вдоль ручья, 69.31269 29.518, № 31042, Кравченко А.В., 19.07.2019 [W shore of Bossojavrre Lake (Pitkanjarvenlahti), Haapaniemi Cape, Piiparinjankä mire system, E end, very wet transitional mire along mire brook]: (ГЗП).

Примечание: указание о том, что гербарные образцы 14.1. и 14.2. имеются в гербарии заповедника Пасвик [Kravchenko, Kuznetsov, 2016] не подтвердилось, но гербарный образец 14.3 собран на близко расположенном болоте. В заболоченной пойме р. Паз в месте оз. Боссоярви все четыре местонахождения можно рассматривать как отдельные популяции. Также ранее, в 11.08.1987,

с норвежской стороны р. Паз на этом участке известна популяция *Eriophorum gracile* на окраине богатого минеротрофного болота с *Carex rostrata* [TROM; Rama, 2023].

Исключенные местонахождения:

Lp (T1 – П1)

15. Поной выше устья Поноя вверх, но ниже Орловского залива: данное местонахождение известно из карт ФМУ: [Chernov, 1954].

Примечание: сам Е. Г. Чернов [Chernov, 1954] географические пункты в очерке, посвященном *Eriophorum gracile*, не называл. В первом издании Атласа Хультена это местонахождение еще не отмечено на карте [Hulten, 1950]. В следующем издании [Hulten, 1971] указано, что учтены данные вышедшей ФМУ [Chernov, 1954], и местонахождение у Поноя внесено на карту. Также сохранилось и в третьем издании карт [Hulten, Fries, 1986]. По неизвестным причинам в Красной книге Мурманской области [Red ..., 2014] уточнено до «губа Русинга», т.е. географически между мысом «Орловский» и архипелагом «Три Острова». Эти места в 2015-2016 гг. обследованы [Belkina et al., 2018], но вид не обнаружен [Kozhin et al., 2018].

Lm (T1 – П1)

16. Иоканга, Mela A.J., 15.07.1872, из гербария J. Emil Johansson [Jokonga, Mela, A.J., Herbarium J. Emil Johansson]: Н.

Примечание: в атласах Хультена [Hulten, 1971; Hulten, Fries, 1986] отсутствует. Впервые появилось в литературных указаниях как «р. Иоканга» в Красной книге Мурманской области [Red ..., 2014]. На этикетке образца, хранящегося в гербарии Ботанического института г. Хельсинки (Н), указано “Jokonga, 15.07.1872, A.J. Mela”. Но сам A.J. Malmberg (впоследствии изменивший фамилию на Mela) никогда не посещал Иокангу, и его сборы 1972 года касаются северного Саво (Sb/PS) на юго-востоке Финляндии [pers. soobchsh. P. Uotila, M. Piirainen]. В хельсинский гербарий (Н) образец попал в 1974 г. из департамента патологии растений (НРР), но сам гербарный лист – из коллекции J.E. Johansson (=J.E. Aro). Предположительно, после того, как J.E. Johansson получил сборы от A.J. Malmberg (в т. ч. неоформленный образец *Eriophorum gracile*), он подготовил этикетки самостоятельно. Так, в коллекции J.E. Johansson идентичную этикетку “Jokonga, 15.07.1872, A.J. Mela” имеет гербарный лист *Ranunculus hyperboreus*, при этом образец этого вида есть в основной коллекции (Н) и собран А.Н. & В.Ф. Броthers в июне 1872 г. Принимая во внимание, что A.J. Malmberg путешествовал по южному берегу Кольского полуострова до Поноя в 1870 г., наиболее вероятным местом сбора является обширное болото между Кандалакшей и Лувеньгой, где A.J. Malmberg вместе с J. Sahlberg собирали в коллекцию *Carex livida* (Н). Это – то же болото, где в 1913 г. Н. Lindberg обнаружил другой редкий вид осоковых *Schoenus ferrugineus* [Blinova, Uotila, 2013], и где мы также собирали в гербарий *C. livida* и *E. gracile* [Blinova, 2015].

В Мурманской области распространение *Eriophorum gracile* очерчивает северный предел. Самое первое упоминание об этом виде в Туломской Лапландии у Пулозера сделано Я. Фельманом [Fellman, 1831]. В 1892 г. О. Чильманом были обнаружены популяции этого вида по берегам реки Умба, и в 1913 г. Линдбергом на болоте между Кандалакшей и Колвицей в Лапландии Имандрской. В 1913 г. К.В. Регелем был собран образец этого вида в Лапландии Варзугской у Сергозера, удаленном от прежних местонахождений. Также в 1913 г. в Куусамо, юго-западной части Мурманской области (со смежной с Финляндией территорией), описывают популяции этого вида между озерами Райярви и Ниваярви [Pesola, 1955]. Они не были подтверждены в ходе обследования территории бывшего Национального парка Кутса в 1994 г. [Ulvinen, 1996]. Однако с рядом расположенным поселением Куолаярви гербарий собирали дважды: в 1913 и в 1937 годах. В связи с публикацией «Флоры Мурманской области» [Flora ..., 1954-1966], но уже после выхода первого тома с очерком, посвященном *E. gracile* [Chernov, 1954], в экспедициях на восток области находят новые и крупные популяции этого вида в верховьях р. Поной. В это же время на юге области в Карелии керетьской на островах Кандалакшского заповедника находят несколько новых местонахождений. После 2000х годов были выявлены местонахождения на крайнем северо-западе региона в долине р. Паз [Kravchenko, Kuznetsov, 2016; Kravchenko et al., 2017], в центральной части Имандрской Лапландии на болотах бассейна оз. Имандра [Blinova, Petrovskiy, 2014], топях в средней части р. Поной [Borovichev et al., 2020; Kutenkov et al., 2020] и в верховьях р. Поной рядом с выявленными в 40-60х годах у оз. Чурозеро [Borovichev et al., 2021].

Долгое время не все сборы этого вида в разных ботанических коллекциях были учтены. Есть литературные подтверждения о том, что гербарные сборы этого вида были переопределены как *Eriophorum angustifolium* [Kertland, 1971; Sokolov, Filin, 1996] и наоборот. Ошибочные определения и ошибки в идентификации пунктов сборов были обнаружены в разных гербариях и в ходе выполнения этой работы.

В настоящее время по литературным и гербарным данным известно 30 популяций *Eriophorum gracile* в Мурманской области из 16 географических пунктов (таблица 1). Два местонахождения – из Понойской и Мурманской Лапландии – исключены. Таким образом, число современных популяций может быть оценено 30 из 14 местонахождений, расположенных в шести биогеографических провинциях. На карте распространения *E. gracile* из-за близости некоторых из них они соответствуют 13 знакам (рисунок 1). Больше всего популяций представлено в Лапландии Имандрской и Варзугской.

Таблица 1. Информация по находкам *Eriophorum gracile* (Сурепaceae) в разных биогеографических провинциях Мурманской области и пояснения к построению карты распространения.

Характеристики Провинция	Число местонахождений	№ по списку	Объединены для нанесения пункта на карту	Отмечено на карте	Число популяций
<i>Ks</i>	2	1-2	1.1.+1.2.+1.3.	2	4
<i>Kk</i>	2	3-4	3.1.+3.2.+3.3.; 8.1.+8.2.+4.1.*	1	4
<i>Lv</i>	3	5-7	7.1.+7.2.+7.3.+7. 4+7.5+7.6	3	8
<i>Lim</i>	4	8-11	8.1.+8.2.+4.1.*; 10.1.+10.2.; 11.1.+11.2.	4	7
<i>Lt</i>	1	12		1	1
<i>Lps</i>	2	13-14	13.1.+13.2.; 14.1.+14.2.+14.3. +14.4.	2	6
Всего	14			13	30
<i>Lp</i>	1	15	исключено	0	1
<i>Lm</i>	1	16	исключено	0	1

*Местонахождение на о-ве Рязков (4.1) в провинции *Kk* объединено вместе двумя другими возле Кандалакши (8.1.+8.2.) из провинции *Lim* из-за их географической близости.

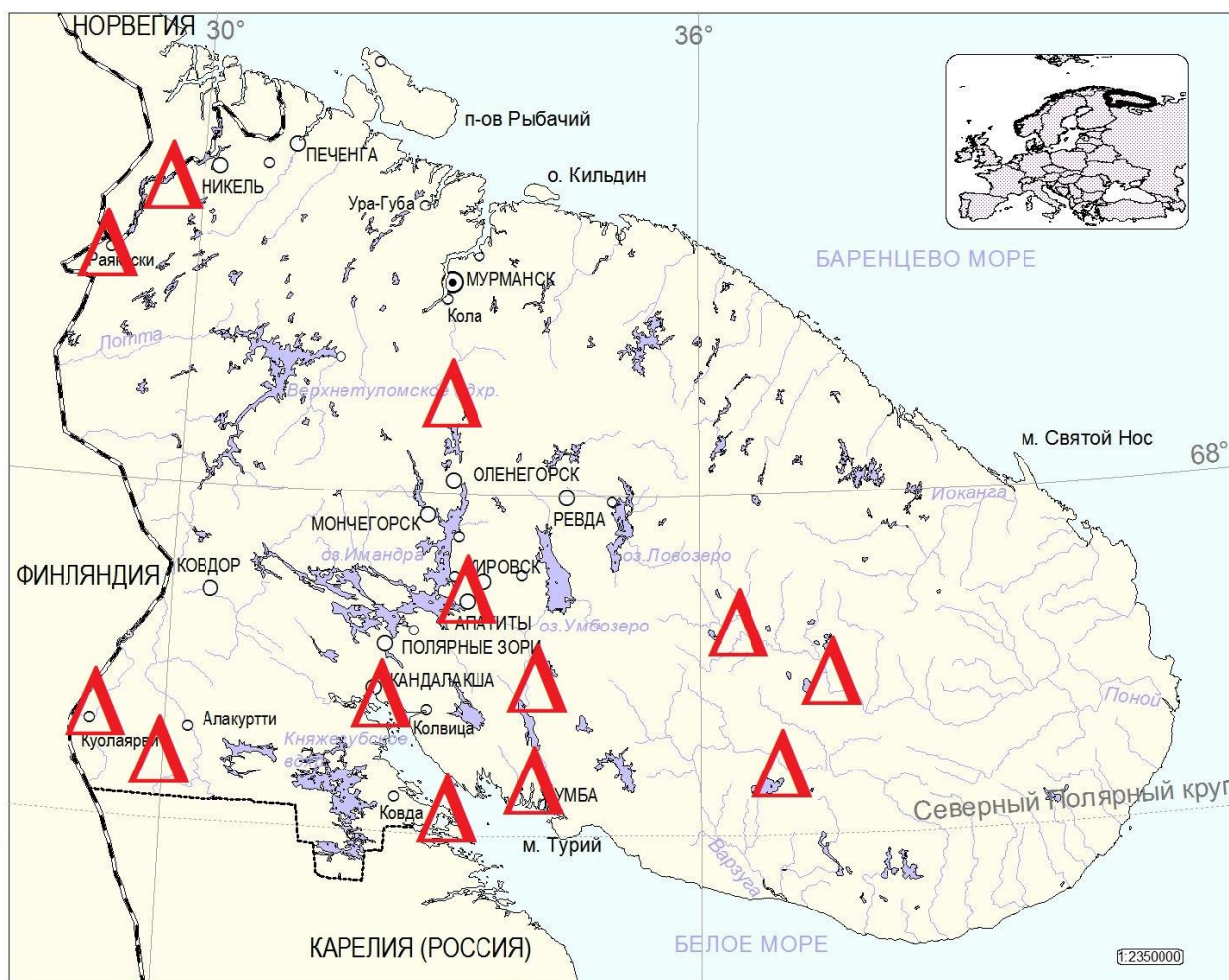


Рисунок 1. Распространение *Eriophorum gracile* на территории Мурманской области.

Региональная климатическая граница вида

В Мурманской области юго-юго-западные районы прогреваются в начале лета быстрее (рисунок 2). Некоторые виды растений, зависимые от температурного фактора, или виды более южного распространения, встречаются только там [Ramenskaya, 1983; Blinova, 2009]. Все местонахождения *Eriophorum gracile* находятся внутри лесной зоны и не пересекают экотон лесотундры. Большинство местонахождений этого вида располагаются в первых двух, наиболее теплых районах. Два местонахождения (в окрестностях г. Апатиты и у залива р. Умба) – на границе второго и третьего терморегiona. Выявлена обратная и статистически достоверная связь между увеличением порядкового номера терморегiona и числом местонахождений (таблица 2). Порядковый номер увеличивается от наиболее теплого терморегiona к наиболее холодному, т.е. чем холоднее, тем меньше популяций. Более того, эта связь стремительно обрывается уже в третьем терморегione, подтверждая наличие климатической границы для этого вида в регионе и полностью оправдывая бореальный тип ареала данного вида. Это также служит дополнительным подтверждением ошибочных указаний встречаемости данного вида на Иоканге и в устье Поноя. При этом одно из первых местонахождений данного вида в Туломской Лапландии, которое ранее считалось дискуссионным, входит в термический район, достаточный для роста *E. gracile*. Не исключается возможность обнаружения новых местонахождений этого вида, особенно к западу от Верхнетуломского водохранилища.

Таблица 2. Коэффициенты регрессии и статистика для анализа связи числа местонахождений и популяций (зависимые переменные) *Eriophorum gracile* в Мурманской области с положением в определенном термическом регионе (независимая переменная).

Величины Переменные		Coeff.	SE	t	p	R ²
Число местонахождений	Constant	7.13	1.64	4.35	0.01	
	Терморегион	-1.37	0.42	-3.26	0.03	0.73
Число популяций	Constant	15.8	3.65	4.33	0.01	
	Терморегион	-3.09	0.93	-3.30	0.03	0.73

Примечание. Температурные регионы по переходу температуры воздуха через +5 °С весной: 1-20 мая, 2-25 мая, 3-1 июня, 4-5 июня, 5-10 июня, 6-15 июня. Порядковый номер терморегиона изменяется от 1 до 6 и подразумевает переход от наиболее теплого до наиболее холодного. *Coeff.* – коэффициент регрессии, *SE* – стандартная ошибка, *t* – критерий, *p* – уровень значимости, *R²* – коэффициент детерминации.

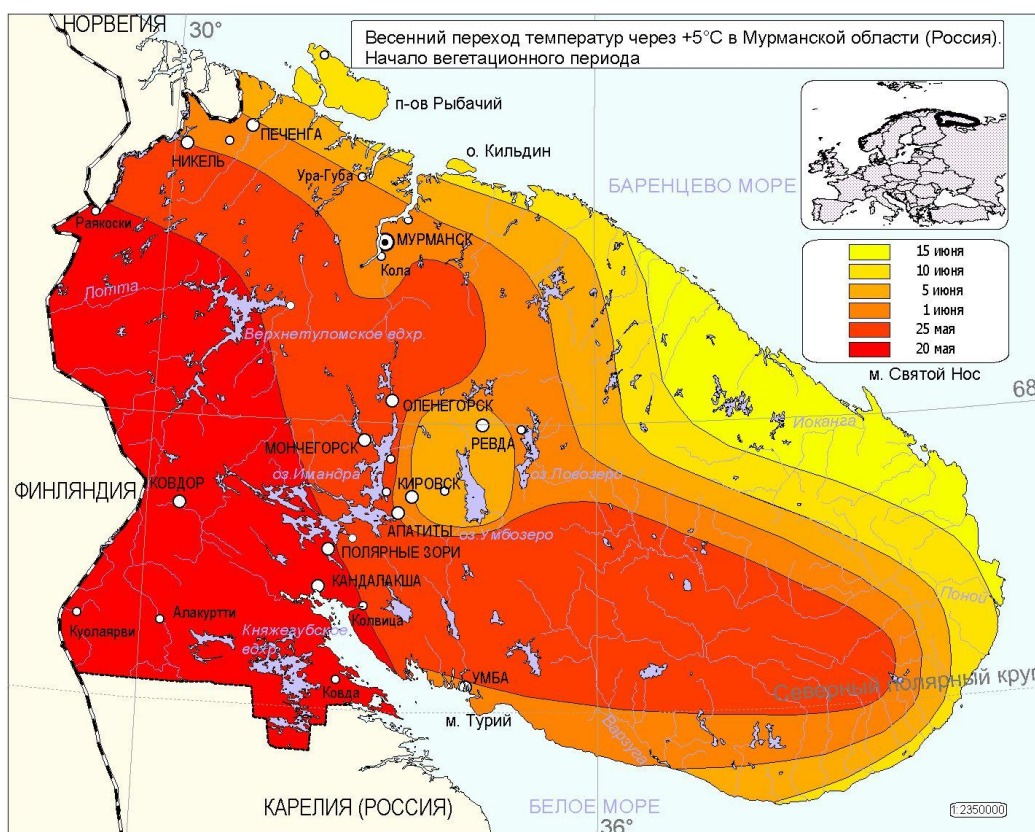


Рисунок 2. Начало вегетационного периода в Мурманской области по материалам климатических карт [Yakovlev, Kozlova, 1971]. Температурные регионы от наиболее теплого до наиболее холодного по переходу температуры воздуха через +5°С весной: 1-20 мая, 2-25 мая, 3-1 июня, 4-5 июня, 5-10 июня, 6-15 июня.

В связи с потеплением климата, отмеченным в последние годы в регионе, возможно обнаружение новых популяций по водоразделам тех рек, где они уже были ранее обнаружены, в пределах его климатической границы. С другой стороны, часть популяций может исчезнуть из-за высокой температуры воздуха, приводящей к иссушению биотопов, поскольку существует умеренная обратная связь с температурой воздуха настоящего вегетационного периода [Blinova, 2022]. Но эта вероятность особенно высока для тех мест, где снижение уровня болотных вод повлечет за собой уменьшение площади обводненных мочажин.

Эдафические ограничения для произрастания вида, связанные с минерализацией почвы

Ранее мы подчеркивали связь редких видов растений из семейства орхидных с содержанием кальция в почве [Blinova, 2009]. К числу районов Мурманской области с высококальциевыми горными породами относятся: полуострова Рыбачий, Средний, окрестности г. Никеля, зона между реками Лотта и Нота, мыс Турий, острова в Кандалакшском заливе и побережье в жерле Белого моря,

Ловозерский и Хибинский горные массивы, район Вуориярви-Куолаярви, окрестности г. Ковдора, бассейны верховий рек Поной и Варзуга [Arzamastsev et al., 2008; Blinova, 2009; Filina et al., 2022]. Приуроченность сосудистых видов растений к районам, богатым кальцием, характерна и для Финляндии [Pesola, 1928; Sjörs, Gunnarsson, 2002]. Там же распространение болот с богатым минеральным питанием связано с расположением высококальциевых горных пород [Tahvanainen, 2004]. Все местонахождения *Eriophorum gracile* на территории Мурманской области располагаются в привязке к этим районам. Даже для района Пулозера с первой находкой этого вида Я. Фельманом [Fellman, 1831] недавно обнаружены высококальциевые гнейсы [Petrov et al., 2013]. Поскольку само месторождение было открыто спустя почти два столетия, чем собран вид, то *E. gracile* можно использовать для фитоиндикации слабокислых и нейтральных вод на болотах и для поиска кальцийсодержащих пород. Встречаемость *E. gracile* на карбонатных болотах отмечена также в Белоруссии [Rare ..., 2013] и Польше [Wolejko et al., 2019].

Eriophorum gracile регионально избегает слишком кислых почв, но локально изолирован от мест с повышенным содержанием кальция [Blinova, 2016]. Наши экспериментальные работы на богатом минеротрофном болоте в центральной части Мурманской области показали, что большая площадь изученного болота (69 %) была занята почвами нейтральной реакции, с небольшими по площади (13 %) слабокислыми участками и около пятой части болота (18 %) почвами слабощелочной реакции с градиентом pH от 5.9 до 7.9. Обводненные мочажины с фрагментами популяции *E. gracile* находились на границах участков между слабокислыми и нейтральными почвами и имели болотные воды с pH 6.7 ± 0.2 и электропроводностью 33 ± 12 мкСм/см (таблица 3). При этом значения электропроводности – наиболее информативны относительно локальной встречаемости *E. gracile* и связи с минерализацией почвы, чем показатель pH (таблица 4).

Таблица 3. Показатели почвенной среды в вегетационный период 2014 г. в изолированных обводненных мочажинах с фрагментами популяции *Eriophorum gracile* на болоте в центральной части Мурманской области (местонахождение №11.1 по списку)

Показатели	X	SD	min-max	n
Характеристики среды				
Кислотность почвы	6.7	0.2	6.4-7.0	7
Электропроводность, мкСм/см	33.0	12.0	23-59	7

Таблица 4. Коэффициенты регрессии и статистика для анализа связи числа генеративных побегов *Eriophorum gracile* с кислотностью и уровнем электропроводности почвенных вод (2014, местонахождение №11.1 по списку).

Величины	Coeff.	SE	t	p	R ²
Переменные					
Число генеративных побегов	-151.84	103.86	-1.46	0.22	
Кислотность почвы	21.82	14.82	1.47	0.21	0.00
Электропроводность, мкСм/см	0.58	0.23	2.53	0.06	0.41

Примечание. Выборка данных была составлена по семи измерениям водной среды в мочажинах (в трех фрагментах популяции дважды за вегетационный период, в одном – один раз). *Coeff.* – коэффициент регрессии, *SE* – стандартная ошибка, *t* – критерий, *p* – уровень значимости, *R²* – коэффициент детерминации.

К сожалению, данные по электропроводности болотных вод редко приводятся в литературе. Даже в работах по экологических шкалам используется только кислотность почвенной среды, причем с широкими диапазонами для градаций [Landolt et al., 2010; Ellenberg et al., 2010; Dengler et al., 2023]. В результате по этим шкалам можно сделать лишь грубый прогноз о встречаемости вида в конкретном местообитании, и их невозможно использовать для поиска популяций редких видов в регионе (таблица 5).

Таблица 5. Значения шкал Landolt et al. (2010), Ellenberg и Leuschner (2010) и Dengler et al., (2023) в отношении реакции почвы (pH) для *Eriophorum gracile* и наши данные (2014).

pH (Landolt et al., 2010)		pH (Ellenberg et al., 2010)		pH (Dengler et al., 2023)		pH (местонахождение №11.1 по списку)
балл	единицы	балл	единицы	балл	единицы	единицы
3 – I	4.5-7.5	4	5.5-6.0	3.9 – I	–	6.4-7.0

Примечание. Балл – первая цифра означает ступень, вторая – вариабельность признака (I – маленькая, II – большая), единицы (диапазон) – кислотность почвы указана на основании пересчета значений баллов.

Особенности фитоценотического окружения вида

В целом по области подходящих биотопов, где может расти *Eriophorum gracile* – сравнительно мало. Это – осоковые топи, мочажины и берега небольших и мелких озер богатых минеротрофных болот [Chernov, 1954]. Подобные местообитания характерны для этого вида по всему ареалу [Johnson, Steingraeber, 2003; Lansdown, 2013]. Богатые минеротрофные болота в Мурманской области – редко встречающийся тип из-за очень ограниченной встречаемости высококальциевых горных пород. Пока известно менее десятка таких региональных болот [Blinova et al., 2017]. Однако указания на встречаемость *E. gracile* в ранее обнаруженных болотах могут привести к новым находкам этих редких биотопов.

Недавно обнаруженные уникальные топи с доминированием в некоторых местах *Eriophorum gracile* – второй тип местообитаний [Kuznetsov et al., 2019; Kutenkov et al., 2020], где отмечен вид. Это – также редкие по себе биотопы, требующие дальнейшего изучения. Предположительно, они являются реликтовыми, как и в приморской Ирландии и Англии, с другими редкими видами [Conaghan, Sheehy Skeffington, 2009; Chatters, Sanderson, 2014]. Сопровождающие *E. gracile* виды схожи и в маленьких и в больших популяциях в Ирландии и Англии, а также в мурманских, и ведущим фактором размера популяций остается стабильно высокий уровень болотных вод в сочетании с большой площадью обводненных участков [Conaghan, Sheehy Skeffington, 2009; Chatters, Sanderson, 2014; Blinova, 2016].

На европейской части *Eriophorum gracile* является диагностическим видом союзов *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in Lebrun, Noirfalise, Heinemann et Vanden Berghen 1949 (Syn.: *Eriophorion gracilis* Preisg ex Oberdorfer) и *Saxifrago-Tomentypneon* [Kasermann, Moser, 1999; Peterka et al., 2017], расширяя свой фитоценотический ареал в сообществах союза *Chamaedaphno-Sphagnion obtusi* (подсоюз *Chamaedaphno-Comarenion*) в Западной Сибири [Lapshina, 2010]. Стоит отметить, что классификация союза *Caricion lasiocarpae* спорна и постоянно пересматривается [Lapshina, 2010; Smagin, 2012].

Сообщества союза *Caricion lasiocarpae* нельзя назвать редкими. Нет точных данных, какую площадь они могут охватывать, но в пределах Российской Федерации это будет составлять меньше 8.9% площади, которые приходится на все болота [Vomperskiy et al., 2011; State report ..., 2018]. Предположительно площадь сообществ, в которых есть популяции *Eriophorum gracile*, незначительна. Так, несмотря на устойчивую связь с сообществами определенного союза, его встречаемость в них на юго-востоке Западной Сибири составляет 10-17% [Lapshina, 2010]. Поэтому уязвимость данного вида по ареалу связана с ограниченной площадью мест произрастания и часто маленькой площадью популяций из-за небольшого числа генеративных особей и низкой вероятностью попадания разносимых ветром семян к подтопленным участкам [Blinova, 2022]. Естественную редкость этого вида усиливает и антропогенный фактор: топкие сообщества часто представляют собой объекты мелиорации и осушения.

Лимитирующие экологические факторы на северной границе распространения вида

В Красной книге Мурманской области среди лимитирующих факторов и угроз, таких очевидных для водно-болотных видов, как торфоразработки, мелиорация, уничтожение болот при строительстве, приводящие к трансформации геохимического и гидрологического режимов, указано, что не известны биологические лимитирующие факторы. В ходе данной работы для данного вида выявлен один из основных факторов, определяющих продвижение вида на север – климатический. Также следует заметить, что *Eriophorum gracile* – слабый конкурент в тех местообитаниях, которые являются для него характерными (союз *Caricion lasiocarpae*). Он не может конкурировать с такими

доминантными видами, как *Carex lasiocarpa* и другими. Особи *E. gracile* встречаются в малозаселенных другими видами растений мочажинах с высоким уровнем болотных вод. Биологическими барьерами выступают и способы расселения. Анемохория в условиях топей способствует расселению данного вида в относительно постоянных условиях среды. Однако, такие местообитания – единичны для данного вида и в Мурманской области и по всему ареалу. На богатых минеротрофных болотах с высококонтрастным покрытием (вариабельные участки по кислотности почвы, площади обводненных участков и участием других видов) анемохория дает незначительные шансы на распространение и самоподдержание популяций. Также по литературным данным известно, что процент некачественных семян в популяциях этого вида – весьма велик (около 95%) [Barr, 1996]. Этот показатель также является барьером для репродуктивного возобновления особей в популяциях этого вида и требует дальнейшего изучения.

Исторический путь вида и данные относительно реликтового статуса местонахождений

В Мурманской области популяции *Eriophorum gracile* расположены вблизи наиболее крупных рек и озер бассейнов Белого и Баренцева моря. Самыми крупными из всех мурманских популяций являются понойские, особенно уникальны они в среднем течении, где стабильно существуют условия мезотрофных топей. На некоторых озерах и топких болотах приморского побережья Ирландии и южной Англии также обнаружены крупные популяции *E. gracile* с числом генеративных побегов больше четырех тысяч [Conaghan, Sheehy Skeffington, 2009; Chatters, Sanderson, 2014]. Исключительные популяции этого вида с численностью генеративных побегов до десяти тысяч известны и в восточной Франции [Guyonneau, 2006]. Предполагается, что современные популяции *E. gracile* – реликтовые и являются остатками прежних более крупного размера [Conaghan, Sheehy Skeffington, 2009; Hajek et al., 2011; Dite et al., 2018]. Однако возраст этих реликтов является дискуссионным.

Осоковые – третье крупное семейство однодольных (>5600 видов, 95 родов) [Larridon et al., 2021], представители которого часто встречаются в болотных местообитаниях по всему Земному шару. Ископаемые находки осоковых в Европе датируются палеогеном и включают ряд вымерших таксонов [Friis, 1985; Jiménez-Mejías et al., 2016]. Ископаемые плоды *Eriophorum gracile* в Фенноскандии известны с неогена [Burgh, 1978; Friis, 1985]. Климат неогена изменялся от теплого и влажного субтропического к более прохладному сезонному, но, все же, безморозному, вечнозеленые тропические леса сменялись сначала листопадными, а затем хвойными лесами [Grímsson et al., 2007; Linkina, Petrova, 2015; McCoy et al., 2022]. Плейстоцен ознаменовался уже серьезным похолоданием с чередой оледенений и появлением аркто-альпийских видов. В голоцене сформировались основные черты современного климата и растительности [Lavrova, 1960; Sjögren, 2021]. Ископаемые остатки растений предыдущих эпох в Мурманской области, в основном, относятся к голоцену [Lebedeva, 1977, 1983; Tolstobrova et al., 2016; Korsakova et al., 2019]. Из уникальных доказательств далеких климатических эпох известны только палеозойские [Kirichenko, 1970] и девонские [Krishtofovich, 1966]. Растительный покров позднеледниковья был несомнутый и включал виды, разнообразные как по экологии, так и по географическому происхождению. В Карелии обнаружено много пыльцы пушицы в палеосообществах с *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum* (*S. magellanicum*, *S. angustifolium*, *S. fuscum*), господствовавших около 6400-4200 л. н. (атлантик – суббореал) [Filimonova, 2020]. Для Мурманской области из событий голоцена по материалам спорово-пыльцевого анализа важным является существование, а затем отступление около 2000 лет назад древесной растительности, там, где сейчас располагается зона тундр [Kremenetski et al., 1997; Kremenetski et al., 2004; Sapelco et al., 2016].

Короткий обзор палеогеографии региона показывает благоприятные условия для существования популяций *Eriophorum gracile* в Мурманской области с середины неогена до плейстоцена и с атлантического периода по настоящее время по ископаемым остаткам, характерным для определенного времени и соответствующему климату. Однако холодный послеледниковый климат не соответствовал ни росту древесной растительности, ни порогу холодостойкости *E. gracile* – единственной пушицы с циркумполярным ареалом, представляющей бореальную группу, он был благоприятен для циркумполярных пушиц арктических групп ареалов, которые в настоящее время достигают крайнего севера региона. Предположительно вид смог пережить ледниковое покрытие в северных рефугиумах, а не мигрировал из южно-европейских. Репродуктивные стратегии *E. gracile* не эффективны даже для колонизации современных растительных сообществ [Blinova, 2022], и активное расселение присуще видам с широкой экологической амплитудой, чем стенобионтам [Bhagwat, Willis, 2008]. Изучая видовое богатство местообитаний с характеристиками среды (pH) по климатическому градиенту, который соответствовал Плейстоценовому для Северной Евразии,

высказана гипотеза о том, что наиболее часто встречающиеся исторические биотопы характеризовались умеренным количеством осадков и почвами от слегка кислых до нейтральных [Chytry et al., 2007]. В Мурманской области местообитания *E. gracile* соответствуют этим критериям.

Европейские популяции *Eriophorum gracile* могут быть реликтовыми и сильно пострадавшими в период плейстоценовых оледенений в северо-восточной части Фенноскандии. В Центральной Европе, на южной границе распространения, исчезновение популяций этого вида по сравнению с позднеледниковым существованием отмечено только в настоящее время в связи с глобальным потеплением климата [Hajek et al., 2011; Díte et al., 2018]. Такое сокращение ареала является подтверждением его уязвимого реликтового статуса. Причем исчезновение популяций этого вида, возможно, происходит по всей южной периферии. Такие данные есть для Мордовии и Чувашии [Kiryukhin, 2004; Gafurova, 2021].

Климатическое потепление, отмеченное в последние годы на всей планете и в Фенноскандии, по сравнению климатической динамикой от неогена до голоцена не является сопоставимо крупномасштабным. Его угроза заключается в огромной скорости происходящих процессов [Overpeck, Cole, 2008], которые могут привести к серьезным изменениям биоразнообразия. Ранее мы отмечали, что современное потепление может отрицательно влиять на численность популяций *Eriophorum gracile* в Мурманской области [Blinova, 2022]. Однако для данного вида повышение температуры в современных масштабах (1-3°C) может быть негативным только в комбинации с уменьшением уровня болотных вод и площади обводненных мочажин, например, на богатых минеротрофных болотах. Там, где этих ограничений нет, например, в условиях топей Понойской депрессии, повышение температуры может благоприятно влиять на численность и размер площади, занимаемой популяцией. Но климатическое потепление может запускать и другие механизмы, которые могут привести к исчезновению вида, не такие очевидные, как изменение экологии местообитаний, например, проблемы в жизненном цикле и воспроизведении особей. Регионально стоит учитывать и предположительно реликтовый характер местообитаний. Проблема реликтового характера ключевых болот, а также мхов минеротрофного комплекса, поднимается и для Тверской области [Nosova et al., 2022].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования уточнено региональное распространение *Eriophorum gracile* в Мурманской области и собраны данные для тестирования редкости вида по системе IUCN. Изучены экологические и фитоценотические особенности данного вида на северном пределе распространения и определены лимитирующие факторы для распространения его популяций в северных регионах. Представлены перспективы изменения числа местонахождений в период современных климатических изменений.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность Р. Uotila, М. Piirainen, Н. Väre (Botanical Museum (H), Finnish Museum of Natural History) за обсуждение сборов с территории России, хранящихся в финском гербарии, а также исторических справок относительно финских экспедиций. Сотрудники Геологического института ФИЦ КНЦ РАН Г.Ю. Иванюк, В.Н. Яковенчук, М.Н. Петровский помогли разобраться в вопросах состава горных пород Кольского полуострова, продуктивными были обсуждения плейстоценовых оледенений с В.В. Колька. Отдельная признательность идет сотрудникам других организаций за консультации относительно гербарных сборов: А. Разумовской (ИПППЭС РАН), Н.В. Поликарповой и В.Н. Чераневой (государственный заповедник Пасвик), Г.С. Антипиной (ПетрГУ), П. Ефимову (БИН РАН), J. Lundberg (The Swedish Museum of Natural History). Критические замечания трех анонимных рецензентов позволили исправить недочеты рукописного варианта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Arzamastsev A., Yakovenchuk V., Ivanyuk G. 2008. *The Khibina and Lovozero alkaline massifs: Geology and unique mineralization*, 59 pp.
- Barr C. 1996. Population Study of *Eriophorum gracile* Koch (Cyperaceae) at its Southern Range Limit in Pennsylvania. *Bartonia*. 59: 87-93.
- Belkina O.A., Borovichev E.A., Likhachev A.Yu. 2018. Bryological rationale for the establishment of the Orlov-Ponoy Nature Sanctuary (Kola Peninsula). *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 8: 63-78. (in Russian). [Белкина О.А., Боровичев Е.А., Лихачев А.Ю. 2018. Бриологическое обоснование создания орлов-понойского заказника (Кольский полуостров) // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Т. 8. С. 63-78.]
- Berlina N.G., Kostina V.A. 2012. Flora of vascular plants of the Lapland Reserve (annotated list). In: *Trudy Laplandskogo zapovednika*. Vol. 6. Pero, Moscow, pp. 112-198. (in Russian). [Берлина Н.Г., Костина В.А. 2012. Флора сосудистых растений Лапландского заповедника (аннотированный список) // Труды Лапландского государственного заповедника. Т. 6. М.: Перо. С. 112-198.]
- BGS, Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz. 2010. Klassifikation der Böden der Schweiz. *Luzern*. 86 p.
URL: https://www.bodensystematik.de/klass_03_2010.pdf Last accessed 01.03.2023.
- Bhagwat S.A., Willis K.J. 2008. Species persistence in northerly glacial refugia of Europe: a matter of chance or biogeographical traits? *Journal of Biogeography*, 35(3): 464-482.
- Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. 2011. *European Red List of Vascular Plants*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 144 pp.
- Blindheim T. 2023. *Biofokus*. Version 1.2276. Biofokus. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/jxbhqx> accessed via GBIF.org on 2023-01-25. URL: <https://www.gbif.org/occurrence/1054080889> Last accessed 01.03.2023.
- Blinova I.V. 2009. *Biology of orchids in the northeast of Fennoscandia and strategies for their survival on the northern border of distribution*: dis. Doctor of biol. sciences. Moscow, 552 pp. [Блинова И.В. 2009. Биология орхидных на северо-востоке Фенноскандии и стратегии их выживания на северной границе распространения: дис. ... докт. биол. наук. М., 552 с.]
- Blinova I. 2013. Environmental changes and danger for rare plant species in wetlands of Murmansk Region In: *Proceedings of International Conference on wetlands and bird flyways in Barents-Euro-Arctic Region and the Green Belt of Fennoscandia, September 13-15, 2011, Murmansk, Russia*, pp. 171-179, Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk. (in Russian and English). [Блинова И.В. 2013. Изменения окружающей среды и устойчивость редких видов растений в болотных фитоценозах Мурманской области (Россия) // Водно-болотные угодья и пути миграции птиц в Баренцевом / Евроарктическом регионе и вдоль зеленого пояса Фенноскандии. Материалы международной научно-практической конференции 13-15 сентября 2011 г., Мурманск, Россия. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 171-179.]
- Blinova I.V. 2015. Base-rich fens in the southern part of Murmansk Region, and the case for their protection. *Herald of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences*, 22(3): 102-114. (in Russian). [Блинова И.В. 2015. К характеристике минеротрофных травяных болот в южной части Мурманской области и о необходимости их охраны // Вестник КНЦ РАН. Вып. 22. № 3. С. 102-114.]
- Blinova I.V. 2016. Effects of Soil Conductivity and pH on Population Spatial Structure of Rare Orchids and Sedges in a Base-Rich Fen in Murmansk Region (Russia). *Herald of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences*, 4(27): 109-121. (in Russian). [Блинова И.В. 2016. О сопряженности пространственного размещения популяций редких видов орхидных и осоковых с кислотностью и электропроводностью почв на минеротрофном и насыщенном основаниями болоте в Мурманской области (Россия) // Вестник КНЦ РАН. Т. 4. № 27. С. 109-121.]
- Blinova I. 2022. Population demography of rare sedges (*Eriophorum gracile* and *Carex livida*) north of the Arctic Circle in Murmansk Region and climate change impacts. *Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 13(4): 202-214. <https://doi.org/10.18822/edgcc134238>
- Blinova I., Uotila P. 2013. *Schoenus ferrugineus* (Cyperaceae) in Murmansk Region (Russia). *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica*, 89: 65-74.
- Blinova I.V., Petrovskii M.N. 2014. Base-rich fens in the central part of Murmansk Region, and the case for their protection. *Herald of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences*, 18(3): 38-55. (in Russian). [Блинова И.В., Петровский М.Н. 2014. К характеристике минеротрофных травяных болот в центральной части Мурманской области и о необходимости их охраны // Вестник КНЦ РАН. Т. 18. № 3. С. 38-55.]
- Blinova I., Chmielewski F.M. 2015. Climatic warming above the Arctic Circle: Are there trends in timing and length of the thermal growing season in Murmansk Region (Russia) between 1951 and 2012? *Int. J. Biometeorol*, 59(6): 693-705.
- Blinova I.V., Kutenkov S.A., Mironov V.L., Mamontov Yu.S., Petrovskij M.N. 2017. Description and protection of base-rich fens in Murmansk Region. In: *Trudy Fersmanovskoi nauchnoi sessii*, pp. 442-445, Geologicheskii institut KNZ RAN. Apatity. (in Russian). [Блинова И.В., Кутенков С.А., Миронов В.Л., Мамонтов Ю.С., Петровский М.Н. 2017. К характеристике и охране богатых минеротрофных болот Мурманской области // Труды Ферсмановской научной сессии. ГИ КНЦ РАН. Апатиты. С. 442-445.]
- Borovichev E.A., Kozhin M. N., Ignashov P.A., Kirillova N.R., Kopeina E.I., Kravchenko A.V., Kuznetsov O.L., Kutenkov S.A., Melekhin A.V., Popova K.B., Rasumovskaya A.V., Sennikov A.N., Fadeeva M.A., Khimich Yu.R. 2020. Noteworthy records of plants, lichens and fungi in Murmansk Region. II. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 1: 17-33. (in Russian). [Боровичев Е.А., Кожин М.Н., Игнашов П.А., Кириллова Н.Р., Копейна Е.И., Кравченко А.В., Кузнецов О.Л., Кутенков С.А., Мелехин А.В., Попова К.Б., Разумовская А.В., Сенников А.Н., Фадеева М.А., Химич Ю.Р. 2020. Значимые находки растений, лишайников и грибов на территории Мурманской области. II // Труды Карельского научного центра РАН. № 1. С. 17-33.]
- Borovichev E.A., Kozhin M. N., Kuznetsov O.L., Kutenkov S.A., Melekhin A.V., Rasumovskaya A.V., Fadeeva M.A., Khimich Yu.R., Koroleva N.E., Ignashov P.A., Kudr E.V., Popova K.B. 2021. Noteworthy records of plants, lichens and fungi in Murmansk Region. III. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 1: 82-93.]. (in Russian).

- [Боровичев Е.А., Кожин М.Н., Кузнецов О.Л., Кутенков С.А., Мелехин А.В., Разумовская А.В., Фадеева М.А., Химич Ю.Р., Королева Н.Е., Игнашов П.И., Кудр Е.В., Попова К.Б. 2021. Значимые находки растений, лишайников и грибов на территории Мурманской области. III // Труды Карельского научного центра РАН. № 1. С. 82-93.]
- Van Der Burgh J. 1978. The Pliocene flora of Fortuna-Garsdorf. I. Fruits and seeds of angiosperms. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 26: 173-211.
- Chatters C., Sanderson N. A. 2014. *Slender Cottongrass Eriophorum gracile in the New Forest*. Curdridge, Hampshire, UK. 106 pp.
- Chernov E.G. 1954. *Eriophorum gracile*. In: *Flora Murmanskoi oblasti*, Vol. 2. Moscow-Leningrad, pp. 16-18. (in Russian).
- [Чернов Е.Г. 1954. *Eriophorum gracile* / Флора Мурманской области. Т. 2. М.-Л. С. 16-18.]
- Chytrý M., Danihelka J., Ermakov N., Hájek M., Hájková P., Kočí M., Kubešová S., Lustyk P., Otýpková Z., Popov D., Roleček J., Rezníčková M., Šmarda P., Valachovič M. 2007. Plant species richness in continental southern Siberia: effects of pH and climate in the context of the species pool hypothesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 668-678.
- Conaghan J.P., Sheehy Skeffington M. 2009. The distribution and conservation of *Eriophorum gracile* Koch ex Roth (Cyperaceae), Slender Cotton-grass, in Ireland. *Watsonia*, 27: 229-238.
- CRIS. 2023. URL: <http://www.kpabg.ru/cris> Last accessed 22.01.2023.
- Czerepanov S.K. 1995. *Vascular plants of Russia and neighboring countries*. Sankt-Peterburg. 992 pp. (in Russian).
- [Черепанов С.К. 1995. *Сосудистые растения России и сопредельных государств*. СПб. 992 с.]
- Dengler J., Jansen F., Chusova O., Hüllbusch E., Nobis M., Meerbeek K., Axmanová I., Bruun H., Chytrý M., Guarino R., Karrer G., Moeys K., Raus T., Steinbauer M., Tichý L., Tyler T., Batsatsashvili K., Biță-Nicolae C., Didukh Y., Gillet François. 2023. Ecological Indicator Values for Europe (EIVE) 1.0. *Vegetation Classification and Survey*, 4: 7-29. <https://doi.org/10.3897/VCS.98324>
- Díte D., Hajek M., Svitková I., Košuthová A., Šoltés R., Kliment J. 2018. Glacial-relict symptoms in the Western Carpathian flora. *Folia Geobotanica*, 53(3): 277-300.
- Ellenberg H., Leuschner Ch. 2010. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1357 pp.
- Fellman J. 1831. Index plantarum phanerogamarum in territorio Kolaënsi, lectarum. *Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, 3: 299-328.
- Fellman N.I. 1882. Plantae vasculares in Lapponia orientali sponte nascentes. In: *Notiser Sällskapetets pro Fauna et Flora Fennica Forhandlingar*. Vol. 8. Helsingfors, pp. 1-99.
- Filimonova L.V. 2020. Dynamics of upland and wetland vegetation on the territory of the Tolvojärvi Reserve from Allerød to the present. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 8: 5-25. (in Russian).
- [Филимонова Л.В. 2020. Динамика суходольной и водно-болотной растительности на территории заказника «Толвоярви» с аллереда до современности // Труды Карельского научного центра РАН. № 8. С. 5-25]
- Filina M.I., Kogarko L.N., Nielsen T.F.D. 2022. Mineralogical, geochemical, and isotopic data of a new special agpaite dyke, enriched in high field strength elements (Eastern Part of Baltic Shield, Russia). *Lithos*, 428-429: 106828. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2022.106828>
- Flora of Murmansk Region*. 1953. V.1. Moscow-Leningrad: Izdatelstvo USSR Academy of Sciences. (in Russian). [Флора Мурманской области. 1953. Вып.1. М.-Л.: изд-во АН СССР]
- Flora of Murmansk Region*. 1954. V.2. Moscow-Leningrad: Izdatelstvo USSR Academy of Sciences. (in Russian). [Флора Мурманской области. 1954. Вып.2. М.-Л.: изд-во АН СССР]
- Flora of Murmansk Region*. 1956. V.3. Moscow-Leningrad: Izdatelstvo USSR Academy of Sciences. (in Russian). [Флора Мурманской области. 1956. Вып.3. 1959. М.-Л.: изд-во АН СССР]
- Flora of Murmansk Region*. 1959. V.4. Moscow-Leningrad: Izdatelstvo USSR Academy of Sciences. (in Russian). [Флора Мурманской области. 1959. Вып.4. М.-Л.: изд-во АН СССР]
- Flora of Murmansk Region*. 1966. V.5. Moscow-Leningrad: Izdatelstvo USSR Academy of Sciences. (in Russian). [Флора Мурманской области. 1966. Вып.5. М.-Л.: изд-во АН СССР]
- Friis E.M. 1985. Angiosperm fruits and seeds from the Middle Miocene of Jutland (Denmark). *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 24(3): 1-165.
- Gafurova M.M. 2021. On the transformation of the vegetation cover of two *Sphagnum* bogs in the northern part of Chuvashia over the past 90 years. In: *Ekologicheskii sbornik. Trudy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii*, pp. 53-58, Tolyatti. (in Russian).
- [Гафурова М.М. 2021. О трансформации растительного покрова двух сфагновых болот северной части Чувашии за последние 90 лет // Экологический сборник. Труды Всероссийской (с международным участием) научной конференции. Тольятти. С. 53-58]
- Kharitonova L.Ya. (ed.). 1958. *Geology of the USSR*. Vol. XXVII: Murmanskaya oblast', part 1, pp. 714, Gosgeoltekhizdat, Moscow. (in Russian) [Харитонов Л.Я. (ред.). 1958. Геология СССР. Т. XXVII: Мурманская область. Ч. 1. М.: Госгеолтехиздат. 714 с.]
- State Report "On the state and use of water resources in the Russian Federation in 2017". 2018. Nia-Priroda, Moscow, 298 pp. (in Russian). [Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». 2018. М.: НИА-Природа. 298 с.]
- URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ Last accessed 01.03.2023.
- Grace M., Akcakaya H. R., Bennett E., Hilton-Taylor C., Long B., Milner-Gulland E., Young R., Hoffmann M. 2019. Using historical and palaeoecological data to inform ambitious species recovery targets. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 374: 20190297. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0297>
- Grimsson F., Denk Th., Simonarson L. 2007. Middle Miocene floras of Iceland – the early colonization of an island? *Review of Palaeobotany and Palynology*, 144: 181-219.
- Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. 2019. Version 14. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf> Last accessed 01.03.2023.

- Guyonneau J. 2006. Répartition, état de conservation et écologie de la Linaigrette grêle (*Eriophorum gracile*) dans les tourbières de la chaîne du Jura français. *Les Nouvelles Archives de la Flore Jurassienne*, 4: 53-64.
- Hájek M., Horsák M., Tichý L., Hájková P., Dítě D., Jamrichová E. 2011. Testing a relict distributional pattern of fen plant and terrestrial snail species at the Holocene scale: a null model approach. *Journal of Biogeography*, 38: 742-755.
- Hämét-Ahti L., Suominen J., Ulvinen T., Uotila P. (eds.). 1998. *Retkeilykasvio [Field Flora of Finland]*. 4th ed., pp. 656, Luonnontieteellinen keskusmuseo, Kasvimuseo, Helsinki.
- Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm Last accessed 01.03.2023.
- Hjelt H. 1892. Conspectus Florae Fennicae, pars II Monocotyledoneae. *Acta Soc. Fauna Flora Fennica*, 5: 109-258.
- Hultén E. 1950. *Atlas över växternas utbredning i Norden. Fanerogamer och ormbunksväxter*. Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm, 119-512 pp.
- Hultén E. 1971. *Atlas of the distribution of vascular plants in North West Europe*. 2nd ed. Stockholm, 531 pp.
- Hultén E., Fries M. 1986. *Atlas of North European vascular plants: north of the Tropic of Cancer*. V. I-III. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Ignatov M.S., Afonina O.M. 1992. List of mosses in the territory of the former USSR. *Arctoa*, 1: 1-87. (in Russian). [Игнатов М.С., Афонина О.М. 1992. Список мхов территории бывшего СССР // *Arctoa*. Т. 1. С. 1-87.]
- Ivanuk G.Yu., Goryainov P.M., Pakhomovskii Ya.A., Konopleva N.G., Yakovenchuk V.N., Basai A.V., Kalashnikov A.O., Korchak Yu.A. 2008. *Self-organization of ore complexes*. Geos-Geokart, Moscow, 392 pp. (in Russian). [Иванюк Г.Ю., Горьяинов П.М., Пахомовский Я.А., Коноплева Н.Г., Яковенчук В.Н., Базай А.В., Калашников А.О., Корчак Ю.А. 2008. Самоорганизация рудных комплексов. М.: ГЕОС-ГЕОКАРТ. 392 с.]
- Jiménez-Mejías P., Martinetto E., Momohara A., Popova S., Smith S., Roalson E. 2016. A Commented Synopsis of the Pre-Pleistocene Fossil Record of *Carex* (Cyperaceae). *The Botanical Review*, 82: 258-345.
- Johnson J.B., Steingraeber D.A. 2003. The vegetation and ecological gradients of calcareous mires in the South Park valley, Colorado. *Canadian Journal of Botany*, 81: 201-219.
- Kålås J.A., Viken Å., Henriksen S., Skjelseth S. (eds.) *The 2010 Norwegian Red List for Species*. Trondheim, 2010. 480 pp.
- Käsermann C., Moser D.M. 1999. *Merkblätter Artenschutz - Blütenpflanzen und Farne*. Stand, 344 pp.
- Kastornii N.A. 2020. *Composition and structure of the Imandro-Varzug zone of the Kola Peninsula (Severo-Sergozerskaya area)*. Kafedra regionalnoi geologii SPGU, Saint Petersburg, 86 pp. (in Russian) [Касторный Н.А. 2020. Состав и строение Имандро-Варзугской зоны Кольского полуострова (Северо-Сергозерская площадь): выпускная квалификационная работа. СПб.: Кафедра региональной геологии СПбГУ. 86 с.] URL: <https://dspace.spbu.ru/handle/11701/26411?mode=full>
- Kertland M.P.H. 1971. *Eriophorum gracile* Roth. in Ireland. *The Irish Naturalists' Journal*, 17: 62.
- Kirichenko L.A. 1970. *The Kontozero Series of Carboniferous Rocks on the Kola Peninsula*. Nedra, Leningrad, 112 pp. (in Russian). [Кириченко Л.А. 1970. Контозерская серия каменноугольных пород на Кольском полуострове. Ленинград: Недра. 112 с.]
- Kiryukhin I.V. 2004. *Ecology and biology of rare plants of the Republic of Mordovia*: Abstract dis. cand. biol. sciences. Saransk, 28 pp. (in Russian). [Кирюхин И.В. 2004. Экология и биология редких растений Республики Мордовия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саранск. 28 с.]
- Korsakova O., Molodkov A., Yelovicheva Y., Kolka V. 2019. Middle Pleistocene marine deposits on the Kola Peninsula (NW Russia). *Quaternary International*, 509: 3-16.
- Kozhin M.N., Sennikov A. 2020. *Vascular Plant Herbarium at the Kandalaksha Strict Nature Reserve (KAND)*, Russia. Kandalaksha State Nature Reserve. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/vebcs3> accessed via GBIF.org on 2023-01-23. Last accessed 01.03.2023.
- Kozhin M.N., Golovina E.O., Kopeina E.I., Kutenkov S.A., Sennikov A.N. 2018. Additions and corrections to the records of rare and red-listed vascular plants in Lapponia Ponojensis, Murmansk Region. *Proceedings of KarRC RAS*, 1: 33-50. (in Russian). [Кожин М.Н., Головина Е.О., Копейна Е.И., Кутенков С.А., Сенников А.Н. 2018. Дополнения и уточнения по распространению редких и охраняемых видов сосудистых растений Понойской Лапландии (Мурманская область). Труды КарНЦ РАН. № 1. С. 33-50.]
- Kravchenko A.V., Kuznetsov O.L. 2016. Additions to the flora of the Pasvik Nature Reserve (Murmansk Region). *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 1: 89-95. (in Russian). [Кравченко А.В., Кузнецов О.Л. 2016. Дополнения к флоре заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Труды Карельского научного центра РАН. № 1. С. 89-95]
- Kravchenko A.V., Borovichev E.A., Khimich Yu.R., Fadeeva M.A., Kostina V.A., Kutenkov S.A. 2017. Noteworthy records of plants, lichens and fungi in Murmansk Region. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 7: 34-50. (in Russian). [Кравченко А.В., Боровичев Е.А., Химич Ю.Р., Фадеева М.А., Костина В.А., Кутенков С.А. 2017. Значимые находки растений, лишайников и грибов на территории Мурманской области // Труды Карельского научного центра РАН. № 7. С. 34-50.]
- Kremenetskiy K.V., Vascalova T.V., Goryachkin S.V., Cherkinskii A.V., Sulerzhitskii L.D. 1997. Dynamics of vegetation and peat accumulation in the west of the Kola Peninsula in the Holocene. *Bull. Moskovskogo Obschestva ispytetelei prirody. Otdel biologicheskii*, 102(3): 39-45. (in Russian). [Кременецкий К.В., Ващалова Т.В., Горячкин С.В., Черкинский А.В., Сулержицкий Л.Д. 1997. Динамика растительности и торфонакопления на западе Кольского полуострова в голоцене // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. биол. Т. 102. Вып. 3. С. 39-45.]
- Kremenetskiy K.V., MacDonald G.M., Gervais B.R., Borisova O.K., Snyder J.A. 2004. Holocene vegetation history and climate change on the northern Kola Peninsula, Russia: a case study from a small tundra lake. *Quaternary International*, 122: 57-68.
- Krishtofovich A.N. 1966. *Selected writings* (T.N. Baikovskaya, ed.), Vol. 3: Paleobotanical monographs, pp. 42-47, Moscow-Leningrad: Izdatelstvo USSR Academy of Sciences. (in Russian). [Криштофович А.Н. 1966. Избранные труды. Т. 3: Палеоботанические монографии. / Под ред. Т.Н. Байковской. М.-Л.: Изд-во АН СССР. С. 42-47.]
- Kuznetsov O.L., Kutenkov S.A., Ignashov P.A. 2019. Diversity of mires of the Pono Nature reserve (Murmansk Region). In: *Conference materials "X Galkinskii Chleniya" (Saint Petersburg, 4-6 february 2019)*, (T.K. Yurkovskaya et al. eds.), pp. 105-107, Saint Petersburg. (in Russian). [Кузнецов О.Л., Кутенков С.А., Игнашов П.А. 2019. Разнообразие болот заказника

- «Понойский» (Мурманская область) // Материалы конференции «X Галкинские чтения» (Санкт-Петербург, 4-6 февраля 2019 г.) / Под ред. Т.К. Юрковской и др. СПб. С. 105-107.]
- Kuznetsov O.L., Kutenkov S.A., Ignashov P.A. 2020. Unique wetlands of the middle course of the river Ponoy (Murmansk Region). In: *Proceedings of the International Symposium "Territorialnaya okhrana prirody Severnoi Evrazii: ot teorii k praktike"*, pp. 81-83, Apatity. (in Russian). [Кутенков С.А., Кузнецов О.Л., Игнашов П.А. 2020. Уникальные водно-болотные угодья среднего течения р. Поной (Мурманская обл.) // Материалы международного симпозиума «Территориальная охрана природы Северной Евразии: от теории к практике». Апатиты. С. 81-83.]
- Lampinen R., Lahti T. 2022. Kasviatlas 2021. Helsingin Yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo, Helsinki. <http://kasviatlas.fi> Last accessed 01.03.2023.
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klölzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F. H., Theurillat J., Urmi E., Vust M., Wohlgemuth T. 2010. *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*, Vol. 2. Haupt Verlag, Bern etc.
- Lansdown R.V. 2011. *Eriophorum gracile*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T175270A7132063. <https://www.iucnredlist.org/species/175270/7132063> Last accessed 01.03.2023.
- Lapshina E.D. 2010. *Vegetation of swamps in the south-east of Western Siberia*. Novosibirsk, 186 pp. (in Russian). [Лапшина Е.Д. 2010. Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Новосибирск. 186 с.]
- Larridon I., Zuntini A., Lévillé-Bourret É., Barrett R., Starr J., Muasya A., Villaverde T., Bauters K., Brewer G., Bruhl J., Costa S., Elliott T., Epitawalage N., Escudero M., Fairlie I., Goetghebeur P., Hipp A., Jiménez-Mejías P., Sabino Kikuchi I., Baker W. 2021. A new classification of Cyperaceae (Poales) supported by phylogenomic data. *Journal of Systematics and Evolution*, 59 (4): 852-895.
- Lavrova M.A. 1960. *Quaternary Geology of the Kola Peninsula*. Moscow-Leningrad, 234 pp. (in Russian). [Лаврова М.А. 1960. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л. 234 с.]
- Lebedeva R.M. 1977. Palynological data in the Holocene deposits of the Kola Peninsula and their absolute chronology. In: *Stratigrafiya i paleogeografiya chetvertichnogo perioda severa Evropeiskoi chasti SSSR*, pp. 34-40, Petrozavodsk. (in Russian). [Лебедева Р.М. 1977. Палинологические уровни в голоценовых отложениях Кольского полуострова и их абсолютная хронология // Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Севера Европейской части СССР. Петрозаводск. С. 34-40.]
- Lebedeva R.M. 1983. The history of vegetation development in the Kola-Karelian region in the Quaternary period. In: *Analysis of the flora of the Murmansk region and Karelia*, (M.L. Ramenskaya, ed.). Nauka, Leningrad, pp. 176-182. (in Russian). [Лебедева Р.М. 1983. История развития растительности Кольско-Карельского региона в четвертичный период // Анализ флоры Мурманской области и Карелии / Под ред. М.Л. Раменской. Л.: Наука. С. 176-182.]
- Linkina L.I., Petrova E.V. 2015. Late Miocene to early Pliocene climatic and landscape conditions in the Middle Volga region. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seria Estestvennye nauki*, 157(1): 34-48. (in Russian). [Линкина Л.И., Петрова Е.В. 2015. Климатические и ландшафтные условия Среднего Поволжья на рубеже миоцена и плиоцена // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. Т. 157. №. 1. С. 34-48.]
- Liu Y., Shen Z., Wang Q., Su X., Zhang W., Shrestha N., Xu X., Wang Z. 2017. Determinants of richness patterns differ between rare and common species: implications for Gesneriaceae conservation in China. *Diversity and Distributions*, 23: 235-246. <https://doi.org/10.1111/ddi.12523>
- McCoy J., Barrass-Barker T., Hocking E. P., O'Keefe J.M.K., Riding J.B., Pound M. J. 2022. Middle Miocene (Serravallian) wetland development on the northwest edge of Europe based on palynological analysis of the uppermost Brassington Formation of Derbyshire, United Kingdom. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 603: 111180. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2022.111180>
- Nielsen T.F., Sand-Jensen K., Dornelas M., Bruun H.H. 2019. More is less: net gain in species richness, but biotic homogenization over 140 years. *Ecological Letters*, 22. <https://doi.org/10.1111/ele.13361>
- Niskanen A., Niittynen P., Aalto J., Väre H., Luoto M. 2019. Lost at high latitudes: Arctic and endemic plants under threat as climate warms. *Diversity and Distributions*, 25: 809-821. <https://doi.org/10.1111/ddi.12889>.
- Nosova M.B., Lapshina E.D., Notov A.A., Ignatov M.S. 2022. Holocene dynamics of the relict moss complex of the Korotovsky swamp (State complex "Zavidovo", Russia). *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka*, 7(1): 80-95. (in Russian). [Носова М.Б., Лапшина Е.Д., Нотов А.А., Игнатов М.С. 2022. Голоценовая динамика реликтового комплекса мхов Коротовского болота (Государственный комплекс «Завидово», Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. Т. 7 (1). С. 80-95.]
- Novoselova M.S. 1994. *The genus Cottongrass (Eriophorum L.) - systematics, geography, evolution*. Abstract dis. cand. biol. sciences. Sankt-Peterburg, 23 pp. (in Russian). [Новоселова М.С. 1994. Род Пушица (*Eriophorum* L.) - систематика, география, эволюция: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб. 23 с.]
- Overpeck J., Cole J.E. 2008. Abrupt Change in Earth's Climate System. *Annual Review of Environment and Resources*, 31. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144308>
- Perevozchikova V.A. 1971. Geological map. In: *Atlas of Murmansk Region*, Moscow, p. 4. (in Russian). [Перевозчикова В.А. 1971. Геологическая карта. В книге: *Атлас Мурманской области*. М. С. 4.]
- Pesola V.A. 1928. Kalsiumkarbonaatti kasvimaantieteellisenä tekijänä Suomessa. *Annal. Soc. Zool.-Bot. Fenn. "Vanamo"*, 9(1): 1-245.
- Pesola V.A. 1955. Über die Vegetation der Moore und feuchten Wiesen im Norden Kuusamos und Südwesten Sallas in Nordfinnland. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 72(18): 1-25.
- Peterka T., Hájek M., Jiroušek M., Jiménez-Alfaro B., Aunina L., Bergamini A. et al. 2017. Formalized classification of European fen vegetation at the alliance level. *Applied Vegetation Science*, 20: 124-142.
- Petrov V.P., Petrovskaya L.S., Petrovskiy M.N. 2013. High-calcium aluminosilicate gneisses of the Central Kola block: geological and metamorphic nature. *Herald of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences*, 15(4): 27-43. (in Russian). [Петров В.П., Петровская Л.С., Петровский М.Н., Тимофеева М.Г. 2013. Высококальциевые алюмосиликатные гнейсы Центрально-Кольского блока: геологическая и метаморфическая природа // Вестник Кольского научного центра РАН. Т. 15(4). С. 27-43.]

- Pozhilenko V.I., Gavrilenko B.V., Zhiron D.B., Zhabin S.V. 2002. *Geology of ore districts in Murmansk Region*. Kola Sci Center, Apatity, 359 pp. (in Russian). [Пожиленко В.И., Гавриленко Б.В., Жиров Д.В., Жабин С.В. 2002. Геология рудных районов Мурманской области. Апатиты: КНЦ РАН. 359 с.]
- Rama H.E. 2023. *Vascular plant herbarium, The Arctic University Museum of Norway (TROM)*. Version 1.2079. UiT The Arctic University of Norway. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/14epds> accessed via GBIF.org on 2023-01-25. <https://www.gbif.org/occurrence/1323698572> Last accessed 01.03.2023.
- Ramenskaya M.L. 1983. *Analysis of the flora of Murmansk Region and Karelia*. Nauka, Leningrad, 215 pp. (in Russian). [Раменская М.Л. 1983. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука. 215 с.]
- Romanov R.E., Blinova I.V. 2015. Species of *Nitella* (Characeae) from Murmansk Oblast (Russia). *Turczaninowia* 18, 4: 16-25. (in Russian). [Романов Р.Е., Блинова И.В. Виды рода *Nitella* (Streptophyta: Charales) в Мурманской области // *Turczaninowia*. 2015. Т. 18(4). С. 16-25.]
- Pugachevskiy A.V. (ed.). 2013. *Rare biotopes of Belarus*, Minsk, 300 pp. (in Russian). [Пугачевский А.В. (ред.). 2013. Редкие биотопы Беларуси. Минск. 300 с.]
- Rassi P., Hyyvärinen E., Juslén A., Mannerkoski I. (eds.). 2010. *The 2010 Red List of Finnish Species*. Helsinki. 685 pp.
- Konstantinova N.A., Koryakin A.C., Makarova O.A., Bianki V.V. (eds.). 2014. *Red Data Book of Murmansk Region*. Ed. 2: Vascular plants. Asia-Print, Kemerovo, 584 pp. (in Russian). [Константиновой Н.А., Корякина А.С., Макаровой О.А., Бианки В.В. (ред.). 2014. Красная книга Мурманской области. Изд. 2-е Сосудистые растения. Кемерово: Азия-принт. 684 с.]
- Regel C. 1935. *Die Vegetationsverhältnisse der Halbinsel Kola*. Verlag des Repertoriums, Berlin etc., 160 pp.
- Remizova A.M. 2007. *Geological map of Murmansk Region*. List Q-36-III, IV. Apatity. (in Russian). [Ремизова А.М. 2007. Геологическая карта Мурманской области. Л. Q-36-III, IV. Апатиты.]
- Roman-Palacios C., Wiens J.J. 2020. Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117: 4211-4217 <https://doi.org/201913007>. 10.1073/pnas.1913007117
- Roy K., Hunt G., Jablonski D., Krug A., Valentine J. 2009. A macroevolutionary perspective on species range limits. *Proceedings. Biological sciences. The Royal Society*, 276: 1485-1493.
- Sapelko T.V., Anisimov M.A., Nosevich E.S. 2016. Palynological reconstructions of Middle and Late Holocene sections of the Barents Sea coast. *Problemy Arktiki i Antarkтики*. 1: 96-110. (in Russian). [Сапелко Т.В., Анисимов М.А., Носевич Е.С. 2016. Палинологические реконструкции разрезов среднего и позднего голоцена побережья Баренцева моря // Проблемы Арктики и Антарктики. № 1. С. 96-110.]
- Seregin A.P. (red.) 2023. Digital herbarium of Moscow State University. MSU, Moscow. <https://plant.depo.msu.ru/> (accessed on 22.01.2023) (in Russian). [Серегин А.П. (ред.) 2023. Цифровой гербарий МГУ. М.: МГУ. <https://plant.depo.msu.ru/> (дата обращения 22.01.2023)]
- Sidorov M., Kozlov E., Fomina E. 2021. Geology, petrography and mineralogy of explosive breccias of the Sallanlatva massif, the Kola region. *Vestnik MGTU*, 24(1):57-68. (in Russian). [Сидоров М.Ю., Козлов Е.Н., Фомина Е. 2021. Геология, петрография и минералогия взрывчатых брекчий массива Салланлатва, Кольский регион // Вестник МГТУ. Т. 24(1). С. 57-68.]
- Sjögren P. J. 2021. *An overview of Holocene climate reconstructions in northernmost Fennoscandia: A contribution to the Stone Age Demographics project*. *Septentrio Reports*, 3. <https://doi.org/10.7557/7.5747>
- Sjörs H., Gunnarsson U. 2002. Calcium and pH in north and central Swedish mires. *Journal of Ecology*, 90: 650-657.
- Smagin V.A. 2012. Vegetation of swamps and hollows of raised, transitional and aapa-bogs of European Russia and its place in the syntaxonomy of the floristic school. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo Tsentra Rossiiskoi Akademii Nauk*, 14(1-4): 1125-1129. (in Russian). [Смагин В.А. 2012. Растительность топей и мочажин верховых, переходных и аапа-болот Европейской России и ее место в синтаксономии флористической школы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 14. № 1(4). С. 1125-1129.]
- Smagin V.A., Boch M.S. 2001. Flora and vegetation of swamps of the European North of Russia (within the taiga zone). *Botanicheskii Zhurnal*, 86(1): 40-55. (in Russian). [Смагин В.А., Боч М.С. 2001. Флора и растительность болот европейского севера России (в пределах таежной зоны) // Ботанический журнал Т. 86(1). С. 40-55.]
- Sokolov D.D., Filin V.P. 1996. *Key to vascular plants in the vicinity of the White Sea Biological Station of Moscow University*. Moscow, 170 pp. (in Russian). [Соколов Д.Д., Филин В.П. 1996. Определитель сосудистых растений окрестностей Беломорской биологической станции Московского университета. М. 170 с.]
- Tahvanainen T. 2004. Water chemistry of mires in relation to the poor-rich vegetation gradient and contrasting geochemical zones of the north-eastern Fennoscandian Shield. *Folia Geobot*, 39: 353-369.
- Tolstobrova A.N., Tolstobrov D.S., Kolka V.V., Korsakova O.P. 2016. The History of the Development of Osinovoye Lake (Kola Region) in the Late and Post-Glacial Period Based on the Diatom Analysis of Bottom Sediments. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 5: 106-116. (in Russian). [Толстоброва А.Н., Толстобров Д.С., Колька В.В., Корсакова О.П. 2016. История развития озера Осинового (Кольский регион) в поздне- и постледниковое время по материалам диатомового анализа донных отложений // Труды Карельского научного центра РАН. №5. С. 106-116.]
- Tyler T., Andersson S., Fröberg L., Olsson K.-A., Svensson A., Olsson O. 2020. Recent changes in the frequency of plant species and vegetation types in Scania, S Sweden, compared to changes during the twentieth century. *Biodiversity Conservation*, 29: 709-728. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01906-5>
- Ulvinen T. 1996. Vascular plants of the former Kutsa Nature Reserve. *Oulanka Reports*, 16: 39-52.
- Uotila P. 2013. Finnish botanists on the Kola Peninsula (Russia) up to 1918. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 89: 75-104.
- Urbanavichus G., Ahti T., Urbanavichene I. 2008. Catalogue of lichens and allied fungi of Murmansk region, Russia. *Norrinia*, 17: 1-80.
- Väre H. 2011. Jacob Fellman – The botanising priest. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 87: 1-20.
- Vekhov V.N., Bogdanova N.E. 1971. Flora of the White Sea Biological Station of Moscow State University. In: *Flora i rastitelnost' Evropeiskoi chasti SSSR*. Publishing house Moscow University, Moscow, pp. 5-34. (in Russian). [Вехов В.Н., Богданова Н.Е. 1971. Флора Беломорской биологической станции Московского Государственного университета // Флора и растительность Европейской части СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 5-34.]

- Vincent H., Bornand Ch.N., Kempel A., Fischer M. 2020. Rare species perform worse than widespread species under changed climate. *Biological Conservation*, 246: 108586. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108586>
- Vomperskii S.E., Sirin A.A., Salnikov A.A., Tsiganova O.P. 2011. Estimation of forest cover extent over peatlands and paludified shallow-peat lands in Russia. *Lesovedenie*, 5: 3-11. (in Russian). [Вомперский С.Э., Сирин А.А., Сальников А.А., Цыганова О.П., Валяева Н.А. 2011. Оценка площади болотных и заболоченных лесов России // Лесоведение. № 5. С. 3-11.]
- Wołejko L., Pawlaczyk P., Stańko R. (eds). 2019. *Alkaline fens in Poland – diversity, resources, conservation*. Świebodzin, 315 pp.
- Yakovlev B.A. 1961. Climate of Murmansk Region. Murmansk, 180 pp. (in Russian). [Яковлев Б.А. 1961. Климат Мурманской области. Мурманск. 180 с.]
- Yakovlev B.A., Kozlova L.G. 1971. Climatic maps. In: *Atlas of Murmansk Region*, pp. 9-11, Moscow. (in Russian). [Яковлев Б.А., Козлова Л.Г. 1971. Климатические карты. // Атлас Мурманской области. М. С. 9-11.]
- Zaitsev A.N., Williams T. C., Jeffries T.E., Strekopytov S., Moutte J., Ivashchenkova O.V., Spratt J., Petrov S.V., Wall F., Seltnann R., Borozdin A.P. 2014. Rare earth elements in phoscorites and carbonatites of the Devonian Kola Alkaline Province, Russia: Examples from Kovdor, Khibina, Vuoriyarvi and Turiy Mys complexes. *Ore Geology Review*, 61: 204-225.

Поступила в редакцию: 01.03.23
Переработанный вариант: 10.05.23