

*На правах рукописи*

*Данилова*

ДАНИЛОВА Алена Дмитриевна

**КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ПОЯСА ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИНСКИХ  
И ЛОВОЗЕРСКИХ ГОР (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

1.5.9 – Ботаника

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Новосибирск – 2024

Работа выполнена в лаборатории флоры и растительности Полярно-альпийского ботанического сада-института обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук».

Научный руководитель — кандидат биологических наук  
Королева Наталья Евгеньевна.

Официальные оппоненты: Николин Евгений Георгиевич,  
доктор биологических наук,  
Институт биологических проблем криолитозоны Си-  
бирского отделения – обособленное подразделение  
ФГБУН Федерального исследовательского центра  
«Якутский научный центр СО РАН», главный науч-  
ный сотрудник;

Зибзеев Евгений Григорьевич,  
кандидат биологических наук, доцент  
ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад  
СО РАН, заместитель директора по научной работе.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), г. Сыктывкар.

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертаци-  
онного совета 24.1.265.01 при ФГБУН Центральном сибирском ботаническом саде СО  
РАН по адресу: 630090, Новосибирск-90, ул. Золотодолинская, 101.

Факс: (383) 334-44-33.

E-mail: botgard@csbg-nsk.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН Центрального  
сибирского ботанического сада СО РАН. Сайт в Интернете: <https://csbg-nsk.ru/dissovet>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук



Храмова Елена Петровна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Горные системы являются территорией повышенного биоразнообразия, а также источником важных для человека ресурсов. Растительность самых высоких поясов в горах европейской Арктики и Субарктики остаётся слабоизученной, а значительная мозаичность растительного покрова высокогорий затрудняет зонирование и определение границ сообществ. При этом классификация растительности пояса гольцовых пустынь – важный инструмент для сохранения природы, а также основа для мониторинговых и экологических исследований в условиях глобальных климатических изменений, при которых трансформация в растительности будет происходить на значительно более коротких расстояниях и с большей скоростью по сравнению с зональными эквивалентами из-за сближенности границ поясов.

**Степень изученности объекта исследования.** Гольцовые пустыни – пояс растительности в горах арктического, субарктического и умеренного поясов, расположенный выше горно-тундрового пояса (Куваев, 1985, 2006). Растительность гольцовых пустынь изучена неравномерно. Есть сведения о сообществах этого пояса для Скандинавских гор, гор Западного Шпицбергена и Гренландии (Rønning, 1965; Nadač, 1946, 1989; Eurola, 1968; Virtanen et al., 1997; Sieg et al., 2006; Sieg, Drees, 2007; Węgrzyn, Wietrzyk, 2015; и др.), но данные, имеющиеся для Кольского полуострова, устаревшие и недостаточные. Мнения о статусе этого пояса растительности на Кольском полуострове расходятся, критерии, определяющие его, не сформулированы.

**Цель и задачи исследования.** Цель работы заключается в изучении и анализе растительности пояса гольцовых пустынь гор европейского сектора Арктики на примере гор Кольского полуострова, с привлечением сведений о таких сообществах Скандинавских гор и гор Шпицбергена.

Для реализации данной цели решали следующие задачи:

1. Выявить видовой состав сообществ пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор, выполнить таксономический, географический и морфологический анализ флоры сосудистых растений;
2. Провести сравнение флоры и растительности пояса гольцовых пустынь и горно-тундрового пояса, определить их специфику и дифференциацию;
3. Выявить ценоотическое разнообразие пояса гольцовых пустынь, выполнить классификацию растительных сообществ по методу Браун-Бланке, охарактеризовать синтаксоны;
4. Определить синтаксономическую специфику пояса гольцовых пустынь Кольского полуострова в сравнении с синтаксономическими схемами, известными для

сообществ, расположенных выше горно-тундрового пояса в Скандинавских горах и горах Шпицбергена, в том числе с использованием методов ординации по основным осям воздействия экологических факторов.

**Методы исследования.** Используются как классические методы: выполнение геоботанических описаний, сбор гербария и определение растений, анализ флоры, классификация растительности по методу Браун-Бланке с составлением синтаксономических таблиц; так и современные – компьютерная ординация описаний в программе ExStatR (Новаковский, 2016) методом неметрического многомерного шкалирования (NMS).

**Научная новизна.** Впервые изучена растительность пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор, а также гор Западного Шпицбергена: выполнено 150 полных геоботанических описаний. Впервые проведена инвентаризация видового состава растений и лишайников пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор и составлен аннотированный список, включающий 70 видов сосудистых растений, 79 видов мохообразных и 73 вида лишайников, а также выполнен таксономический, географический и морфологический анализ флоры сосудистых растений. На примере Хибинских гор выполнено сравнение флоры пояса гольцовых пустынь и горно-тундрового пояса.

Впервые осуществлена классификация растительности пояса гольцовых пустынь Кольского полуострова по методу Браун-Бланке; описаны и подробно охарактеризованы 8 ассоциаций (из них 5 впервые), 2 варианта и 1 тип сообществ в 6 союзах, 6 порядках, 6 классах; валидизирован союз *Luzulion arcuatae* (Elvebakk 1985) ex Danilova et Koroleva 2023 (Danilova et al., 2023). Выполнено сравнение растительности пояса гольцовых пустынь и горно-тундрового пояса, а также сравнение растительности пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор, Скандинавских гор и гор Западного Шпицбергена.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Получены новые знания о флористическом, ценотическом и синтаксономическом разнообразии растительности малоизученного пояса гольцовых пустынь Кольского полуострова, что обогатило представления о флоре, структуре растительного покрова и синтаксономии растительности гор европейского сектора Арктики. Разработанная классификация будет использована при геоботаническом картографировании горных территорий, организации экологического мониторинга и природно-познавательного туризма, в том числе в национальном парке «Хибины», а также для обоснования режима охраны, зонирования и природопользования. Собранные образцы гербария мохообразных лишайников и сосудистых растений пополнили гербарии Полярно-

альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН (КРАВГ) и Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН (ИПЕР).

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Пояс гольцовых пустынь в Хибинских и Ловозерских горах отличается от горно-тундрового пояса по структуре флоры и растительности при отсутствии резких границ между поясами.

2. Флора сосудистых растений пояса гольцовых пустынь относится к флорам арктического типа в отличие от флоры горно-тундрового пояса гипоарктического типа.

3. Синтаксономическая особенность пояса гольцовых пустынь европейского сектора Арктики выражается в том, что большинство сообществ этого пояса относятся к союзу *Luzulion arcuatae* Elvebakk 1985 ex Danilova et Koroleva 2023, класс *Thlaspietea rotundifolii*.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты были доложены на следующих российских и международных конференциях: Arctic Science Summit Week, Архангельск, 22–28 мая 2019 г. и Лиссабон (онлайн), 23–26 марта 2021 г.; на Международном симпозиуме «Территориальная охрана природы Северной Евразии: от теории к практике», 1–8 сентября 2020 г., Апатиты; на V (XIII) Международной ботанической конференции молодых учёных, Санкт-Петербург, 25–29 апреля 2022 г.; и др.

**Личный вклад.** Автор лично участвовала в планировании и выполнении полевых исследований и сборе материала, самостоятельно выполнила геоботанические описания в горах Кольского полуострова и в горах Западного Шпицбергена. Собрала гербарий сосудистых растений, мхов, печеночников и лишайников, выполнила камеральную обработку описаний и их таблиц, провела анализ списков видов и таблиц описаний. По теме диссертации в соавторстве опубликовано 14 печатных работ, из них 2 статьи в журналах из списка ВАК, 6 – из списка РИНЦ; соавтор 2 коллективных монографий.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и 5 приложений. Работа изложена на 246 страницах, содержит 142 страницы основного текста, 80 страниц приложений, 22 рисунка и диаграммы, 8 таблиц. Приложения А, Б, В содержат аннотированные списки видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников, Приложение Г – местонахождения геоботанических описаний в Хибинских и Ловозерских горах, Приложение Д – таблицы геоботанических описаний. Список литературы включает 218 наименований, из них 92 – на иностранных языках.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю к.б.н. Н. Е. Королевой, руководителю и сотрудникам Лаборатории флоры ПАБСИ КНЦ РАН д.б.н., проф. Н. А. Константиновой, к.б.н. Л. А. Коноревой, к.б.н. Т. П. Друговой; сотрудникам ИППЭС КНЦ РАН к.б.н. Е. А. Боровичеву, к.б.н. И. В. Зенковой, к.б.н. Р. Р. Шалыгиной; ИБ Коми НЦ УрО РАН к.б.н. А. Б. Новаковскому; сотруднику МГУ к.б.н. М. Н. Маслову за обширную поддержку и совместное участие в изучении экосистем гольцовых пустынь. Финансовая поддержка исследований была оказана Российским фондом фундаментальных исследований (проект 19-34-90025 «Гольцовые пустыни гор европейского сектора Арктики: инвентаризация флоры, растительности, почв и подходы к картографированию»), а также Российским научным фондом (проект № 22-14-20002 «Биологическое разнообразие и функционирование горных арктических экосистем Кольского полуострова в эпоху глобальных климатических изменений»).

## **ГЛАВА 1. ПОЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЯСА ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ В СХЕМАХ ЗОНАЛЬНОСТИ И ПОЯСНОСТИ В ЕВРОПЕЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ**

Глава содержит обзор истории изучения и современного состояния концепции поясности выше границы леса в горах севера Фенноскандии, Западного Шпицбергена и Кольского полуострова. Рассматривается история и возможные пути формирования растительного покрова пояса гольцовых пустынь, а также история геоботанических и синтаксономических исследований в высокогорьях севера Европы и Кольского полуострова.

## **ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ**

В главе представлена характеристика геологического строения, особенностей рельефа, климата пояса гольцовых пустынь в Хибинских и Ловозерских горах Кольского полуострова.

## **ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

С 2013 по 2022 г. в поясе гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор и гор Западного Шпицбергена выше сомкнутой горно-тундровой растительности, на высотах (850) 900–1200 м над ур. м., автором выполнены 150 полных геоботанических описаний (122 – в Хибинских и Ловозерских горах, 28 – в горах Западного

Шпицбергена). Размер пробной площади в обширных фитоценозах – 100 м<sup>2</sup>, в небольших – в размерах фитоценоза (от 1 до 4 м<sup>2</sup>). Для оценки обилия видов использована процентная шкала. Обработку описаний и классификацию проводили по методу Браун-Бланке. Для сравнения растительности пояса гольцовых пустынь и горно-тундрового пояса использованы 129 опубликованных описаний растительности горно-тундрового пояса Хибин (Королева, 1990; Королева и др., 2019). Для определения сходств и различий растительности гольцовых пустынь гор Кольского полуострова, Шпицбергена и Скандинавских гор, а также для выяснения синтаксономического положения сообществ пояса гольцовых пустынь Кольского полуострова проанализировали собственные (150) и опубликованные (119 описаний) данные о поясе гольцовых пустынь в горах Фенноскандии и Западного Шпицбергена (Kalliola, 1939; Nordhagen, 1943; Gjaerevoll, 1950; Eurola, 1968; Nadač, 1989; Möller, 2000). В целом в анализ были вовлечены 398 геоботанических описаний растительности пояса гольцовых пустынь и горно-тундрового пояса европейского сектора Арктики.

Названия новых ассоциаций даны по правилам Кодекса фитосоциологической номенклатуры (International Code of Phytosociological Nomenclature, ICPN, Theurillat et al., 2021). Сравнение видового состава синтаксонов и оценку влияния факторов среды проводили в программе ExStatR (Новаковский, 2016) с использованием метода неметрического многомерного шкалирования NMS, мера сходства / расстояния – коэффициент Сьеренсена-Чекановского.

Для сравнения с горно-тундровым поясом Хибин привлечены данные отчетов НИР ПАБСИ КНЦ РАН и опубликованные сведения (Мишкин, 1953; Королева, 1990; Костина, 2001; Отчет..., 2005; Куваев, 2006; Кожин и др., 2019). При определении морфологической и географической структуры флоры использовали сводки Т. Г. Полозовой (1978, 1994) и Н. А. Секретаревой (2004). Названия видов сосудистых растений приведены по Флоре-онлайн всех известных растений (<http://www.worldfloraonline.org>), мхов – по списку Ignatov et al., 2006; печёночников – по сводке Konstantinova et al., 2009; лишайников – Santesson et al., 2004.

#### **ГЛАВА 4. ФЛОРА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПОЯСА ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИНСКИХ ГОР**

Сравнение флоры пояса гольцовых пустынь с горно-тундровым поясом проводили на примере Хибинских гор, где уровень ботанической изученности наиболее высокий.

*Таксономическая и географическая структура.* Флора сосудистых растений пояса гольцовых пустынь включает 70 видов из 17 семейств. Это почти в 3 раза меньше, чем в горно-тундровом поясе (192 вида). В отличие от пояса горных тундр в спектре ведущих 5 семейств в поясе гольцовых пустынь нет осоковых, но появляются камнеломковые и ситниковые, что характерно для высокоарктических локальных флор.

Среди биогеографических элементов во флоре пояса гольцовых пустынь Хибин преобладают виды арктической фракции – 65 %, гипоарктическая – 21 %, арктобореальная – 4 % и полизональная – 10 %. Такое соотношение характерно для флоры арктического типа.

В горно-тундровом поясе, в спектре широтных элементов также преобладает арктическая фракция, но ее доля ниже, чем в поясе гольцовых пустынь (43 %). Бореальная фракция, отсутствующая в поясе гольцовых пустынь, составляет в горно-тундровом поясе 14 %.

*Эколого-биоморфологическая структура флоры сосудистых растений.* Среди жизненных форм сосудистых растений пояса гольцовых пустынь Хибинских гор преобладают травянистые многолетники (72 %). В спектре жизненных форм горно-тундрового пояса также преобладают травянистые многолетники (75 %), но в отличие от пояса гольцовых пустынь здесь присутствуют ортотропные кустарники (4 %), деревья (2 %) и одно-двулетники (3 %).

*Состав и структура активных видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников.* Из 70 сосудистых растений гольцовых пустынь 16 видов имеют среднюю и высокую активность. Из 79 видов мохообразных и из 73 лишайников – по 11 активных видов в каждой группе. Наиболее многочисленна группа низкоактивных видов, наименее – высокоактивных. При переходе от горно-тундрового пояса к поясу гольцовых пустынь меняется состав активных видов сосудистых растений, особенно мохообразных и лишайников. Высокоактивные виды лишайников являются диагностическими для союза *Luzulion arcuatae* и входят в список характерных для полярных пустынь *Papaverion dahliani*.

## **ГЛАВА 5. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЯСА ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИНСКИХ И ЛОВОЗЕРСКИХ ГОР**

В результате классификации сообществ пояса гольцовых пустынь по методу Браун-Бланке создана иерархическая система от уровня ассоциаций, вариантов и типов сообществ до классов.

Продромус растительности

Класс *Rhizocarpetea geographici* Wirth 1972

Порядок *Umbilicarietalia* Oberd. ex Klika et Hadač 1944

Союз *Rhizocarpion alpicolae* Frey ex Klement 1955

Тип сообществ *Rhizocarpon geographicum*

Класс *Racomitrietea heterostichi* Neumayr 1971

Порядок *Grimmietalia commutatae* Smarda et Vaněk in Šmarda 1947

Союз *Andreaeion nivalis* Smarda 1944

Асс. *Andreaeo rupestris–Racomitrietum microcarpi* Danilova et Koroleva 2023

Класс *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. et al. 1947

Порядок *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. ap. Br.-Bl. et Jenny 1926

Союз *Luzulion arcuatae* Elvebakk 1985 ex Danilova et Koroleva 2023

Асс. *Cetrariello delisei–Racomitrietum lanuginosi* Danilova et Koroleva 2023

Асс. *Saxifrago oppositifoliae–Flavocetrarietum nivalis* Danilova et Koroleva 2023

Вар. *typica*

Вар. *Carex bigelowii*

Класс *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. 1948

Порядок *Salicetalia herbaceae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926

Союз *Cassiopo–Salicion herbaceae* Nordh. 1943

Асс. *Cetrariello delisei–Harrimanelletum hypnoidis* Danilova et Koroleva 2023

Асс. *Anthelio–Luzuletum arcuatae* Nordh. 1928

Класс *Loiseleurio procumbentis–Vaccinietea* Eggler ex Schubert 1960

Порядок *Deschampsio flexuosae–Vaccinietalia myrtilli* Dahl 1957

Союз *Loiseleurio–Arctostaphylion* Kalliola ex Nordhagen 1943

Асс. *Racomitrio lanuginosi–Dryadetum octopetalae* Telyatnikov 2010

Асс. *Flavocetrarietum nivalis–Caricetum bigelowii* Danilova et Koroleva 2023

Класс *Scheuchzerio palustris–Caricetea fuscae* Tx. 1937

Порядок *Caricetalia fuscae* Koch 1926

Союз *Drepanocladion exannulati* Krajina 1933

Асс. *Drepanoclado–Ranunculetum hyperborei* Hadač 1989

Характеристика синтаксонов приведена по следующему плану: название, диагностические виды, состав и структура, экология и распространение, синтаксономия.

Класс *Rhizocarpetea geographici*, союз *Rhizocarpion alpicolae* включает мало-видовые эпилитные сообщества, которые распространены, в основном, на высотах от 900 до 1200 м.

Тип сообществ *Rhizocarpon geographicum*.

В сообществах *Rhizocarpon geographicum* эпилитные виды (*Rhizocarpon geographicum*, *Umbilicaria cylindrica*, *U. hyperborea* и др.) встречаются не только на крупных камнях, но на мелком щебне.

Асс. *Andreaea rupestris*–*Racomitrium microcarpi* Danilova et Koroleva 2023.

Диагностические виды (ДВ): *Andreaea rupestris*, *Bucklandiella microcarpa* (*Racomitrium microcarpon*). Маловидовые сообщества из мохообразных и единичных сосудистых растений на мелком и среднем щебне, вблизи снежных пятен, не тающих до конца июля, на высотах от 1000 до 1050 м.

Класс *Thlaspietea rotundifolii*, союз *Luzulion arcuatae*, охватывают основное разнообразие растительности пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор. Союз *Luzulion arcuatae* ранее был описан невалидно (без приведения типовой ассоциации) и был нами валидизирован (ICPN: Art. 5; 19a). Как лектотип принята асс. *Sphaerophoro*–*Racomitrium lanuginosi* (Hadač 1946) Hofmann 1968 (Hadač, 1989: 159, Table 16).

ДВ союза: *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca* (д), *Bucklandiella microcarpa*, *Cardamine bellidifolia*, *Cetraria islandica* (д), *Cetrariella delisei*, *Flavocetraria nivalis* (д), *Luzula arcuata*, *Racomitrium lanuginosum* (д), *Saxifraga oppositifolia*.

Асс. *Saxifraga oppositifoliae*–*Flavocetrarietum nivalis* Danilova et Koroleva 2023.

ДВ: *Alectoria ochroleuca*, *Flavocetraria nivalis*, *F. cucullata*, *Racomitrium lanuginosum*, *Saxifraga oppositifolia*. Ракомитриево-лишайниковые несомкнутые сообщества, с единичными сосудистыми, самые широко распространённые на плато и вершинах пояса гольцовых пустынь, на высотах от 920 до 1070 м. Выделены 2 варианта: *typica* и *Carex bigelowii*.

Асс. *Cetrariello delisei*–*Racomitrium lanuginosi* Danilova et Koroleva 2023.

ДВ: *Cetraria ericetorum*, *Cetrariella delisei*, *Flavocetraria nivalis* (д), *Racomitrium lanuginosum* (д), *Stereocaulon alpinum*, *Umbilicaria cylindrica*, *U. hyperborea*. Особенность сообществ ассоциации – эпилитные лишайники сплошь покрывающие субстрат. Рядом располагаются мохово-лишайниковые подушки и единичные виды сосудистых растений. Сообщества описаны на высотах от 920 до 1070 м, в условиях мощного снегового покрова.

Класс *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. 1948, союз *Cassiopo*–*Salicion herbaceae* Nordh. 1943 включает 2 ассоциации.

Асс. *Anthelio*–*Luzuletum arcuatae* Nordh. 1928.

ДВ: *Anthelia juratzkana*, *Harrimanella hypnoides*, *Gymnomitrium concinnatum* (д),

*G. corallioides*, *Ochrolechia frigida*, *Pseudolophozia sudetica*. Сообщества из печеночников и корковых лишайников, с единичными сосудистыми растениями, и хионофобными кустистыми лишайниками, чаще всего встречаются на плато Ловозерских гор, на высотах от 800 до 1115 м.

Асс. *Cetrariello delisei–Harrimanelletum hypnoidis* Danilova et Koroleva 2023.

ДВ: *Andreaea rupestris*, *Carex bigelowii*, *Cetrariella delisei*, *Gymnomitrium concinnatum*, *Harrimanella hypnoides*, *Hymenoloma crispulum*, *Marsupella apiculata*. Отличия ассоциации – меньшее покрытие и постоянство печеночников и корковых лишайников, большее участие кустарничков и трав, мхов и лишайников, и в целом, более высокое видовое богатство. Сообщества распространены на щебнистых субстратах плато, на высотах от 825 до 1070 м.

Класс *Loiseleurio procumbentis–Vaccinietea*, союз *Loiseleurio-Arctostaphyilion* Kalliola ex Nordh. 1943 включает 2 ассоциации, переходные к поясу горных тундр.

Асс. *Racomitrio lanuginosi–Dryadetum octopetalae* Telyatnikov 2010.

ДВ: *Antennaria dioica*, *Dryas octopetala*, *Festuca ovina*, *Vaccinium vitis-idaea* ssp. *minus*. Кустарничково-овсяницево-лишайниковые сообщества на щебнистых малоснежных и хорошо дренированных участках горных склонов и окрайках плато, на высотах от 860 до 1000 м, имеют переходный характер к дриадово-лишайниковым сообществам горных тундр Кольского полуострова.

Асс. *Flavocetrario nivalis–Caricetum bigelowii* Danilova et Koroleva 2023.

ДВ: *Carex bigelowii*, *Juncus trifidus*, *Salix polaris*, *Sphenolobus minutus*. Осоково-ракомитриево-лишайниковые сообщества встречаются на окрайках плато и участках склонов с умеренным снежным покровом, на высотах от 850 до 1070 м.

Сообщества класса *Scheuchzerio palustris–Caricetea fuscae* очень редки в поясе гольцовых пустынь из-за особенностей субстрата. Асс. *Drepanoclado–Ranunculetum hyperborei* Nadač 1989 описана на небольшом травяно-гипновом болоте, которое было найдено однажды в Ловозерских горах.

Ординация растительности пояса гольцовых пустынь (рисунок) показала, что нет отчетливых границ между выделенными ассоциациями, и выражен синтаксономический континуум. Ось 1 связана с изменением оснеженности местообитания и продолжительностью вегетационного сезона, а также с видовым богатством. В крайнем левом положении располагаются маловидовые моховые сообщества асс. *Andreaeo rupestris–Racomitrietum microcarpi* (*Andr.rup.-Rac.micr.*). Рядом, в центральной части диаграммы – ассоциации *Anthelio–Luzuletum arcuatae* (*Anth.-Luz.arc.*) и *Cetrariello delisei–Harrimanelletum hypnoidis* (*Cetr.del.-Harr.*).



Справа на оси 1 – сложные и богатые по составу лишайниково-осоковые и дриадово-овсяницево-лишайниковые сообщества ассоциаций *Flavocetrario nivalis*–*Caricetum bigelowii* и *Racomitrio*–*Dryadetum octopetalae*, переходные к горным тундрам. Ось 2 соответствует градиенту уровня криогенной нестабильности местообитаний и степени воздействия физического выветривания на субстрат.

Внизу расположены сообщества асс. *Anthelio*–*Luzuletum arcuatae*, испытывающие воздействие криогенной сортировки зимой, а в сухой сезон – также и ветровой эрозии. В центре, со сдвигом вверх – сообщества ассоциаций *Saxifrago oppositifoliae*–*Flavocetrarietum nivalis* и *Cetrariello delisei*–*Racomitrietum lanuginosi* бесснежных местообитаний и крупно-щебнистых субстратов, не испытывающие сильного давления криогенной сортировки.

*Растительность поясов гольцовых пустынь и горных тундр Хибинских гор.* Ординация описаний подтверждает, что при переходе между поясами происходит смена преобладающих типов сообществ, доминирующих жизненных форм и активных видов. Кустарничковые и кустарниковые сообщества (союзы *Loiseleurio-Arctostaphyilion* и *Phyllodoco-Vaccinion myrtilli* Nordh. 1943) и луговины (союзы *Cassiope-Salicion herbaceae*, *Deschampsio-Anthoxanthion* Gjaerevoll 1950, *Nardo-Caricion rigidae* Nordh. 1943) с сомкнутым покровом в горных тундрах сменяются несомкнутой растительностью с доминированием мохообразных и лишайников (союзы *Luzulion arcuatae*, *Andreaeion nivalis*, *Rhizocarpion alpicolae*) в гольцовых пустынях.

*Положение растительности пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор в синтаксономических схемах европейского сектора Арктики.* Использовали собственные и опубликованные данные о растительности высокогорий Скандинавских гор и гор Западного Шпицбергена в союзах *Loiseleurio-Arctostaphyilion*, *Cassiope-Salicion herbaceae*, *Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae* Gjaerevoll 1950, *Saxifrago oppositifoliae-Oxyrion digynae* Gjaerevoll 1950, *Kobresio-Dryadion* Nordh. 1943 и *Luzulion arcuatae*. Сравнение геоботанических описаний показало обособленное положение практически всех региональных групп.

В массиве описаний пояса гольцовых пустынь Кольского полуострова отдельную группу образует лишь асс. *Andreaeo rupestris-Racomitrietum microcarpi*. Описания асс. *Anthelio-Luzuletum arcuatae* и *Cetrariello delisei-Harrimanelletum hypnoidis* союза *Cassiope-Salicion herbaceae* близки к союзу *Luzulion arcuatae*, к которому относятся асс. *Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi* с Западного Шпицбергена и асс. *Cetrariello delisei-Racomitrietum lanuginosi* и *Saxifrago oppositifoliae-Flavocetrarietum nivalis* с Кольского полуострова. Это показывает схожесть растительности пояса гольцовых пустынь европейской Арктики.

*Пояс гольцовых пустынь и зона полярных пустынь.* Условия природной среды и структура растительности пояса гольцовых пустынь и зоны полярных пустынь схожи: растительность формируется в экстремальных условиях и отличается разреженностью покрова. Но флора этих зон различна по составу биогеографических элементов и жизненных форм, а пояс гольцовых пустынь испытывает влияние расположенного ниже горно-тундрового пояса, что выражается в присутствии гипоарктических и бореальных видов, кустарничков и простратных кустарников. В полярных пустынях абсолютно преобладают арктические и арктоальпийские виды, а также травянистые многолетники.

*Гольцовые пустыни в типологии местообитаний EUNIS.* Основные отличия типологии местообитаний от классификации растительных сообществ в том, что для их объединения в группы по степени сходства широко используются признаки не только состава и структуры растительности, но и собственно местообитания (состава и богатства субстрата, увлажнения, снегообеспеченности и т. д.).

Сообщества пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор могут быть расположены в подгруппах U511. Fennoscandian base-rich and siliceous fjell field, гольцовые пустыни на щелочных, основных и кремний-содержащих субстратах Фенноскандии. В их числе предложены следующие подтипы местообитаний (habitat types) на базе изученной синтаксономии:

U5111. Crustose-lichens rocks habitat type on eluvia of base-rich, alkaline and siliceous rocks / Эпилитные группировки лишайников и мохообразных на элювии основных, щелочных и кремнийсодержащих горных пород (community type / тип сообществ *Rhizocarpon geographicum*).

U5112. Racomitrium-and-lichens-dominated habitat type on rubble and stony mountain plateaus and peaks / ракомитриево-лишайниковые сообщества на щебнистых и каменистых плато и вершинах (associations / ассоциации *Saxifraga oppositifoliae-Flavocetrarietum nivalis*, *Cetrariello delisei-Racomitrietum lanuginosi*).

U5113. The moss-and-lichens, sedges-and dwarf-shrubs-dominated turfs and cushions on gravelly and rocky slopes / Злаково- и осоково-лишайниковые сообщества на щебнистых и каменистых склонах (ass. / асс. *Racomitrio lanuginosi-Dryadetum octopetalae*, *Flavocetrario nivalis-Caricetum bigelowii*).

U5114. Biological soil crusts (BSCs) habitat type on fine-earth and gravelly polygons edges / Мелкотравно-лишайниково-моховые и печеночниковые сообщества на мелкоземистых и щебнистых окрайках полигонов (ass. / асс. *Anthelio-Luzuletum arcuatae*, *Cetrariello delisei-Harrimanelletum hypnoidis*).

U5115. Late snow bed moss vegetation / Моховые сообщества у долго не тающих снежников (ass. / асс. *Andreaeo rupestri–Racomitrietum microcarpi*).

U5116. Grass-and-hypnum dominated mires without or with a thin peat / Травяно-гипновые болота без торфа или с малым его количеством (ass. / асс. *Drepanoclado–Ranunculetum hyperborei* Hadač 1989).

*Оценка необходимости охраны сообществ пояса гольцовых пустынь.* Для анализа необходимости охраны сообществ пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор использовали шкалы, разработанные В. Б. Мартыненко (2009). Принимали во внимание следующие критерии: **флористико-фитоценотическая значимость (F)** показывает наличие редких (краснокнижных) видов, видовое богатство, сложность структуры сообщества; **сокращение площади сообщества (D)** показывает современное состояние сообществ и тенденции к изменениям их территории; **обеспеченность охраной (P)** – оценка охраняемости сообществ; **опасность исчезновения или угрожаемость (T)** – обобщающий показатель, определяется на основании редкости и сокращения площади сообществ, способности к восстановлению и обеспеченности его охраной, наличия угрожающих существованию сообществ факторов; **категория охраны (C)** – интегральный показатель природоохранного статуса сообществ, отражает ценность растительного сообщества как объекта охраны.

На основании критериев для растительных сообществ пояса гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор получены следующие значения критериев:

- флористико-фитоценотическая значимость, очень высокая (1 балл из 4);
- сокращение площади, 4 из 4, не столь значительное;
- обеспеченность охраной, 3 из 4, охраняется достаточно;
- опасность исчезновения, 4 из 4, подверженные меньшему риску.

Интегральная оценка необходимости охраны сообществ, которые находятся вне границ ООПТ – **средняя, 3 балла из 4.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отличие от других горных систем Арктики, меньшая высота Хибинских и Ловозерских гор наряду с более влажным климатом обусловили большую степень исторического взаимодействия и взаимопроникновения растительных поясов высокогорий. Это отразилось в сходстве состава биогеографических элементов растительности, эколого-биоморфологической структуры флоры, распределения высотно-ценологических групп растений между поясами гольцовых пустынь и горных тундр.

Несмотря на размытость границ между этими поясами растительности, нам удалось установить четкие флористические и синтаксономические различия между ними:

1. Основное отличие пояса гольцовых пустынь от горно-тундрового пояса состоит в резком уменьшении видового богатства сосудистых растений (с 192 до 70), а также в отсутствии монокарпических травянистых многолетников и деревьев, которых в спектре соотношения жизненных форм горнотундрового пояса 2 %.

2. В спектре широтных биогеографических элементов сосудистых растений пояса гольцовых пустынь преобладают виды арктической фракции (65 %), при доле гипоарктической фракции 21 %, арктобореальной 4 %, полizonальной 10 %, что соответствует арктическому типу флоры, средне-арктическому подтипу и отличается от горно-тундрового спектра гипоарктического типа, в котором арктическая фракция составляет 43 %, гипоарктическая 27 %, арктобореальная 12 %, бореальная 14 %, полizonальная 4 %.

3. В поясе гольцовых пустынь в Хибинских и Ловозерских горах, описано 8 ассоциаций, 2 варианта и 1 тип сообществ, 5 ассоциаций описаны впервые, что является синтаксономическим подтверждением отличия пояса гольцовых пустынь от пояса горных тундр. Синтаксоны принадлежат к 6 союзам, 6 порядкам, 6 классам растительности, при преобладании сообществ класса *Thlaspietea rotundifolii* (союз *Luzulion arcuatae* Elvebakk 1985 ex Danilova et Koroleva 2023).

4. NMS ординация растительных сообществ пояса гольцовых пустынь Кольского полуострова и высокогорных сообществ в Скандинавских горах и в горах Западного Шпицбергена показала сходство гольцовых пустынь, которое заключается в принадлежности сообществ бесснежных местообитаний в высокогорьях всех рассмотренных регионов к союзу *Luzulion arcuatae*.

5. Ординация описаний сообществ пояса гольцовых пустынь и горных тундр подтверждает, что при переходе между поясами происходит смена преобладающих типов сообществ, доминирующих жизненных форм и активных видов. Горно-

тундровые кустарничковые и кустарниковые сообщества (союзы *Loiseleurio-Arctostaphylylion*, *Phyllodoco-Vaccinion myrtilli*) и луговины (союзы *Cassiopo-Salicion herbaceae*, *Deschampsio-Anthoxanthion* Gjaerevoll 1950, *Nardo-Caricion rigidae* Nordh. 1943) с сомкнутым покровом сменяются несомкнутой растительностью пояса гольцовых пустынь с доминированием мохообразных и лишайников и криптогамными эпилитными сообществами (союзы *Luzulion arcuatae*, *Andreaeion nivalis*, *Rhizocarpon alpicolae*). Синтаксономически пояса связаны через сообщества союзов *Loiseleurio-Arctostaphylylion* и *Cassiopo-Salicion herbaceae*.

6. Сходство гольцовых пустынь Кольского полуострова с высокогорными сообществами в Скандинавских горах и в горах Западного Шпицбергена заключается в их принадлежности к союзу *Luzulion arcuatae*. Союз имеет связи с горно-тундровыми союзами *Cassiopo-Salicion herbaceae* и *Loiseleurio-Arctostaphylylion*.

7. В типологии местообитаний EUNIS гольцовые пустыни относятся к группе U51 (Fjell field, местообитания на бесснежных, экспонированных к ветру вершинах и коренных горных породах, горных гребнях и склонах в бореальном и арктическом регионах). В этой группе, на основе синтаксономии, предложены 6 подтипов местообитаний, которые могут быть использованы для целей охраны природы в национальном парке «Хибины» и других региональных горных ООПТ.

8. Для выяснения необходимости охраны, сообщества пояса гольцовых пустынь рассмотрены по критериям необходимости охраны. Интегральный показатель необходимости охраны (С), равный 3 баллам из 4, показывает среднюю необходимость охраны тех сообществ, которые находятся вне границ ООПТ.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### В изданиях, рекомендованных ВАК

1. **Данилова А. Д.**, Королева Н. Е., Новаковский А. Б. Синтаксономия гольцовых пустынь Хибинских и Ловозерских гор (Мурманская область) // Растительность России. 2023. № 46. С. 63–92. DOI: 10.31111/vergus/2023.46.63
2. Королева Н. Е., Копеина Е. И., Новаковский А. Б., **Данилова А. Д.** Синтаксономия луговин тундрового пояса гор Мурманской области // Растительность России. 2019. № 37. С. 79–105. DOI:10.31111/vegrus/2019.37.79

### В других изданиях

3. Маслов М. Н., **Данилова А. Д.**, Королева Н. Е. Почвы пояса гольцовых пустынь Хибинских гор // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2021. № 1. С. 31–37.
4. **Данилова А. Д.**, Королева Н. Е. Гольцовые пустыни Хибин или что вы изучаете – там же ничего нет! // Вестник КНЦ. 2020. № 1. С. 33–38.
5. **Данилова А. Д.**, Королева Н. Е., Новаковский А. Б. Отличия флоры и растительности гольцово-пустынного и горно-тундрового поясов на примере Хибинских и Ловозерских гор (Кольский полуостров) // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. 2022. Т. 1, № 2. С. 129–139.
6. Королева Н. Е., **Данилова А. Д.** Происхождение гольцовых пустынь европейской Арктики: обзор теорий // Вестник КНЦ РАН. 2020. № 4. С. 13–23.
7. Королева Н. Е., **Данилова А. Д.** Гольцовые пустыни Хибинских гор в системе ботанико-географического районирования европейского сектора Арктики (Коллективная монография) «Устойчивое развитие горных территорий Кавказа». Т. 1. М.: ИИЕТ РАН, 2018. С. 165–169.
8. Королева Н. Е., Копеина Е. И., **Данилова А. Д.**, Алексеенко Н. А., Волкова А. А. Растительность // Хибини: природа и человек / под ред. Е. А. Боровичева и Н. Е. Королевой. СПб.: «Лесник», 2022. 308 с.
9. Королева Н. Е., **Данилова А. Д.** Данные о растительности гольцовых пустынь Кольского п-ова и Шпицбергена // Тез. докл. VII Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 30-летию Института проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН. Апатиты, 16–22 июня 2019 г. С. 213–215.
10. Королева Н. Е., **Данилова А. Д.** Гольцовые пустыни гор Мурманской области как объект охраны природы // Международный симпозиум «Территориальная охрана природы Северной Евразии: от теории к практике». Апатиты, 1–8 сентября 2020 г. С. 67–68.
11. Королева Н. Е., **Данилова А. Д.** Положение растительных сообществ пояса гольцовых пустынь в классификации местообитаний EUNIS // V (XIII) Международная ботаническая конференция молодых учёных, Санкт-Петербург, 25–29 апреля 2022 г. С. 69.
12. **Danilova A.**, Koroleva N. About vegetation data in high mountain zone ('goltzy' deserts and sub-nival zone) in Kola Peninsula and Svalbard // D. Walker et al. (ed.) Arctic Vegetation Archive and Arctic Vegetation Classification. Proceedings and abstracts from two workshops. CAFF Proceedings Reports. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. 2019. P. 34–36.
13. Koroleva N., Maslov M., **Danilova A.**, Novakovskiy A., Zenkova I., Shalygina R. Cold Mountain (Goltzy) Deserts in European Arctic: an Inventory of Flora, Vegetation, and Soils // Arctic Science Summit Week 25–26 March, Arkhangelsk, 2021. Abstracts. P. 29.