Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт
им. В.Л. Комарова Российской академии наук

На правах рукописи

✓

подпись

Научный доклад* об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

«*РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ ПРИПЕЧОРСКИХ ТУНДР*»

по направлению подготовки
06.06.01 Биологические науки
направленность (профиль)
1.5.15 Экология

Аспирант *Карсонова Дарья Дмитриевна*

Научный руководитель *к.б.н. Лавриненко Игорь Анатольевич*

20 июня 2025 г.

Санкт-Петербург

---

*

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Характеристика и оценка современного состояния растительного покрова восточноевропейских тундр представляет собой значительный интерес по целому ряду причин. Более 70% территории Ненецкого округа официально являются землями сельскохозяйственного назначения и относятся к категории оленьих пастбищ. С одной стороны, интенсивное развитие нефтегазодобывающей промышленности с ее обширной инфраструктурой (площадки скважин, дороги, трубопроводы) отнимает у оленеводов значительные площади, что приводит к перераспределению нагрузки на оставшиеся территории. С другой стороны, формирование частных стад на землях оленеводческих хозяйств, погоня за прибылью, отсутствие серьезного научного обеспечения приводят к масштабному перевыпасу на площадях, прежде всего, зимних пастбищ, восстановление которых затягивается на десятилетия. Наконец, происходящие климатические колебания в сторону потепления, увеличение продолжительности и сдвиги периодов вегетации также приводят к существенному перераспределению пастбищ разных сезонов.

В основе большинства перечисленных проблем лежит относительно слабая изученность растительности территории, которая с позиций академической науки относится к разным типам пастбищ. Так, основой при характеристике и диагностике растительности разных типов является, прежде всего, их видовой и синтаксономический состав, которые прекрасно отражают экологическое состояние территории и пригодность для ее использования в качестве пастбищ того или иного сезона. Более того, в недавней работе (Уваров и др., 2021) хорошо показана взаимосвязь между синтаксономическим составом растительности и продуктивностью. Так, синтаксономический анализ позволил выявить отчетливые различия в запасах фитомассы в ненарушенных и трансформированных сообществах, ее изменение на широтном градиенте в ценозах разных синтаксонов, приуроченных к различным категориям местообитаний. Таким образом, данные о видовом и синтаксономическом составе растительности, которые планируется получить в результате выполнения настоящей работы, а также оценка этих показателей в зависимости от степени нарушенности, могут быть использованы в качестве фундаментальной основы при организации системы пастбищеоборота и рационального землепользования. В связи с этим, характеристика современного состояния растительности разных типов оленьих пастбищ этой территории, и оценка изменений, происходящих в результате выпаса оленьих стад, является задачей первостепенной важности как для оленеводства округа, так и других арктических регионов.

Цель и задачи исследования.

На примере припечорских тундр дать характеристику современного состояния растительного покрова (видовой и синтаксономический состав, структура, экология) основных типов лишайниковых оленьих пастбищ, как наиболее уязвимых элементов пастбищеоборота, и оценить влияние на них выпаса разной интенсивности.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. На фоновых и нарушенных модельных участках изучить (видовой и синтаксономический) состав и структуру растительности для лишайниковых пастбищ северного оленя.
2. Изучить экологические особенности (положение в рельефе, почвенный покров, степень нарушенности) и распределение экологических групп видов растений (Секретарева, 2004) для сообществ фоновых и нарушенных участков в пределах лишайниковых пастбищ.
3. Провести сравнительный анализ изменений структуры, видового и синтаксономического состава растительности в пределах пастбищ с разной интенсивностью выпаса.
4. Дать оценку влияния выпаса разной интенсивности на сообщества разных синтаксонов и типов пастбищ на разных зональных позициях.
5. На примере модельных участков, приуроченных к разным зональным и ландшафтным позициям, с применением многозональных спутниковых снимков изучить сезонную и межгодовую динамику растительного покрова основных категорий оленьих пастбищ припечорских тундр за последние 10-15 лет.
6. Подготовить крупномасштабные карты распределения лишайниковых пастбищ в пределах модельных участков.

Подготовить рекомендации по оптимальному использованию и организации пастбищеоборота для разных категорий пастбищ припечорских тундр.

Научная новизна результатов.

Впервые с середины прошлого века проведено комплексное обследование современного состояния растительности оленьих пастбищ осенне-зимних сезонов на территории припечорских тундр. Выявлены важнейшие особенности влияния выпаса оленей на видовой состав и структуру сообществ с высокой долей лишайников на разных субстратах. Установлены виды растений, снижающие обилие или выпадающие при выпасе, и виды, участие которых возрастает при пастбищной нагрузке. Разработан научно обоснованный

индекс дигрессии пастбищ осенне-зимнего сезона, количественно отражающий степень трансформации растительного покрова в связи с выпасом.

Теоретическая и практическая значимость проведенных исследований.

Характеристика видового и синтаксономического состава лишайниковых сообществ оленьих пастбищ припечорских тундр отражает их современное состояние при существующем в настоящее время режиме выпаса и происходящих климатических флуктуаций. С одной стороны, полученные данные будут служить основой для организации мониторинга состояния лишайниковых сообществ, важных для оленеводства, с другой – ретроспективный анализ материалов дистанционного зондирования и полевых описаний, полученных в предыдущие годы (с конца прошлого века), дает возможности изучения процессов изменения за последние десятилетия состава и пространственной структуры лишайниковых тундр, как важнейших ресурсных объектов территории (в плане оленеводства), которые, в то же время, относятся к наиболее уязвимым элементам по отношению к выпасу, влиянию человека и климатическим факторам.

Полученные результаты могут служить научной основой для регламентации интенсивности выпаса на пастбищах осенне-зимнего сезона и расчета оптимальной нагрузки на участки, приуроченные к разным типам субстрата.

Предложенный индекс пастбищной дигрессии может применяться для полевой оперативной оценки их состояния не только в условиях припечорских тундр, но и рекомендован для апробации и использования в других арктических регионах на территориях с высокой долей лишайников в напочвенном покрове.

Методология и методы исследования.

Проведенные исследования основаны на материалах, собранных в ходе полевых работ с 2021 по 2024 гг. на территории припечорских тундр, включая ключевые участки в Малоземельской и Большеземельской тундрах, а также районы, подверженные интенсивному выпасу северного оленя. Часть данных получена из архивных геоботанических описаний, выполненных сотрудниками Лаборатории динамики растительного покрова Арктики (О. В. и И. А. Лавриненко) в 1990 и 2010 гг.

Всего за период исследований автором выполнено 140 геоботанических описаний на пробных площадках размером 5×5 м, охватывающих различные типы субстратов (песчаные, суглинистые, торфяные) и уровни пастбищной нагрузки. Собран гербарный материал, включающий более 1300 образцов растений, мхов и лишайников.

Для изучения растительного покрова применялись следующие методы:

Геоботанические описания на фоновых и нарушенных площадках

1) Определение проективного покрытия и высоты кустарников, кустарничков, трав, мхов и лишайников.
2) Выявление на площадках видового состава сосудистых растений, мхов и лишайников с оценкой обилия по шкале Браун-Бланке.
3) Характеристика экологических показателей на площадке (положение в рельефе, почвенный покров, увлажнение, степень деградации растительного покрова под влиянием выпаса).

Расчет индекса пастбищной дигрессии

1) Разработан на основе трех критериев: высота лишайникового покрова, наличие пятен голого грунта и криптогамных корок.
2) По всем признакам каждому участку присваивался балл от 0 до 1, что позволило количественно оценить степень деградации.

Камеральная обработка данных

1) Анализ геоботанических описаний в программах Excel и RStudio.
2) Классификация сообществ по системе Браун-Бланке для фоновых участков и авторская классификация для нарушенных.
3) Статистический анализ видового разнообразия и экологических параметров.

Положения, выносимые на защиту.

1. Наибольшим видовым разнообразием фоновых и нарушенных лишайниковых сообществ припечорских тундр на песчаных, суглинистых и торфяных субстратах, отличаются фитоценозы на песчаных субстратах: на фоновых зарегистрировано 131 вид (69 — лишайники, 24 — мхи, 38 — сосудистые растения). В сообществах на суглинистых субстратах зарегестрирован 121 вид (60 — лишайники, 22— мхи, 39 — сосудистые растения).
2. Нарушения растительного покрова в связи с интенсивным и нерегламентированным выпасом приводят к масштабной трансформации напочвенного покрова, особенно на песчаных субстратах при этом значительно снижается покрытие кормовых лишайников – на песках и супесях обилие *Flavocetraria nivalis* снизилось с 26,3% до 16,8%, *Cladonia arbuscula* — с 16,4% до 4,9%; на суглинках эти виды теряют 1,9–4,6%, соотвественно.
3. При нарушении возрастает участие в сообществе накипных и криптогамных видов, которые служат индикаторами пастбищной дигрессии и увеличивают проективное

при нарушении; к ним относятся на песках *Gymnomitrion coralloides*, на суглинках — *Sphaerophorus globosus*, а также ряд других видов, осваивающих сильно деградирующие участки пастбищ.

4. Индекс пастбищной дигрессии, который был разработан в результате настоящей работы, показал высокую эффективность для оперативной оценки состояния растительности лишайниковых пастбищ и позволяет выявить ранние признаки деградации даже на визуально ненарушенных участках.

Апробация результатов исследования.

Основные результаты работы были представлены на научных семинарах Лаборатории динамики растительного покрова Арктики БИН РАН в 2021-2024 гг., а также на международных конференциях (Международная ботаническая конференция молодых ученых в г. Санкт-Петербург 2022г. и 2025 г., «Растения в муссонном климате – IX: Растительные системы в условиях глобальных изменений в г. Владивосток, «Российская геоботаика: итоги и перспективы» (к 100-летию Отдела Гаоботаники БИН РАН) в г. Санкт-Петербург, Беломорская студенческая научная сессия СПБГУ в г. Санкт-Петербург, III Международная научная конференция молодых ученых «Современные проблемы экспериментальной ботаники» в г. Минск, Республика Беларусь, VII Международный полевой симпозиум в г. Ханты-Мансийск) с публикацией тезисов (Карсонова, Дьячкова, 2022; Карсонова,2022; Карсонова, Билая, 2023; Карсонова, Дьячкова, Нешатаев, 2023; Карсонова, Билая, Нешатаев, Лапина, Дьячкова, 2024; Карсонова, 2025).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. История изучения растительности пастбищ северного оленя

1.1 История исследования растительности оленьих пастбищ припечорских тундр

Приведены сведения об истории изучения растительности и оленьих пастбищ в припечорских тундрах. За почти два столетия было проведено множество исследований, начиная с экспедиций А. И. Шренка и Г. И. Танфильева, заложивших основу для последующей геоботанической работы (Шренк, 1855; Танфильев, 1894). Однако в течение долгого времени внимание уделялось преимущественно описанию тундровой флоры и растительности. Систематическое изучение оленьих пастбищ как ресурса началось позже — в XX веке, с активным участием НИИ оленеводства и Нарьян-Марской станции (Дедов, 1931). В этот период были описаны сезонные категории пастбищ, введены методы бонитировки, начаты учёты проективного покрытия кормовых видов, произведена оценка оленеёмкости пастбищных угодий. Несмотря на накопленные обширные материалы, наиболее подробно были изучены лишь отдельные районы — в основном восток Малоземельской тундры, окрестности Нарьян-Мара и возвышенности на коренных террасах. На протяжении многих лет исследования были сосредоточены на видовом составе и продуктивности пастбищ, особенно в отношении кормовых лишайников. Однако количественные подходы к оценке степени пастбищной деградации, особенно для кустарничково-лишайниковых сообществ, стали активно развиваться лишь в последние годы. Анализ реакции отдельных видов на выпас, включая выделение индикаторов нарушенности растительного покрова, ранее не был в центре внимания. Несмотря на обширную историю изучения, многие участки тундры до сих пор остаются слабо охваченными полевыми исследованиями.

1.2 Современные подходы и методы изучения растительности оленьих пастбищ

Приведены сведения о современном уровне изученности растительности оленьих пастбищ северных районов России, включая припечорские тундры. По сравнению с активным этапом 1930–1960-х годов число научных публикаций по данной теме в последние десятилетия относительно невысоко (Лавриненко, 2012, 2014; Уваров и др., 2021 и др.). Вместе с тем, в последние годы активно развиваются новые подходы к инвентаризации пастбищ, прежде всего, с использованием данных дистанционного зондирования Земли и дешифрирования спутниковых снимков (Полежаев, 2013; Леменкова, 2015 и др.). Такие методы позволяют отслеживать изменения в растительном покрове на обширных и

труднодоступных территориях. Однако при работе с лишайниковыми пастбищами требуется обязательная верификация данных полевыми методами. Отдельные исследования показывают значимость синтаксономической классификации пастбищной растительности, позволяющей точнее оценить структуру и продуктивность сообществ. Работы, выполненные на острове Колгуев и восточноевропейских тундрах, демонстрируют различия в запасах фитомассы между сообществами разных синтаксонов (Уваров и др., 2021). Тем не менее, комплексные оценки пастбищ, учитывающие сезонность выпаса, тип растительности, продуктивность и историю использования, остаются единичными (Sundqvist, 2019). Несмотря на наличие широкого набора дистанционных и статистических методов, влияние выпаса на состав и структуру растительности требует дальнейшего изучения в региональном контексте.

Глава 2. Физико-географическая характеристика района исследования

2.1 Геология и геоморфология

Припечорские тундры ограничиваются басс. р. Печора и включают прилегающие к ней территории в пределах Малоземельской и Большеземельской тундры. Охарактеризованы геологическое строение и особенности геоморфологии района исследований, расположенного на Печорской низменности, которая сформирована в пределах одноимённой синеклизы и представлена ледниковыми и водно-ледниковыми формами рельефа. В северной части преобладают плоско-волнистые и грядово-холмистые формы, обусловленные действием ледников Тимана, Урала и Канина (Геоморфология восточно-европейской равнины…, 1980). В настоящее время территория активно поднимается, что выражается в большом числе пересыхающих озёр и палеорусел. Более подробно рассмотрено строение долины Печоры в районе г. Нарьян-Мар, где прослеживаются две надпойменные террасы (вторая – аккумулятивная, первая – эрозионная) и высокая и низкая пойма (Милановский, 1996). Осадочные толщи представлены преимущественно песками, супесями, суглинками и торфами, формировавшимися в условиях чередования трансгрессий, аллювиальных и болотных процессов с начала позднего плейстоцена до голоцена.

2.1 Гидрология и гидрография

Приведены сведения о гидрологических и геоморфологических особенностях припечорских тундр. Рассматриваемая территория отличается густой речной сетью, однако слабый уклон водотоков обусловливает замедленный сток и высокую степень заболоченности. Главная водная артерия региона — р. Печора, разделяющая тундру на

западную (Малоземельскую) и восточную (Большеземельскую) части. Более подробно описаны особенности рельефа: на севере Большеземельской тундры преобладает холмисто-грядовый моренный рельеф, сформированный деятельностью ледников, в то время как Малоземельская тундра представляет собой плоскую заболоченную равнину, местами с дюнными образованиями и ветровыми котловинами (Голдина, 1972). Геологическое строение включает морские и ледниковые отложения, оказывающие влияние на состав поверхностных и озёрных вод. Основной источник питания рек — талые снеговые воды; дождевые и подземные воды играют меньшую роль. Характерной чертой региона является распространение многолетней мерзлоты, ограничивающей циркуляцию подземных вод, но не исключающей роль надмерзлотных и межмерзлотных вод в речном питании. Обилие озёр, среди которых выделяются ледниковые, пойменные и термокарстовые, формирует типичный облик ландшафтов тундровой зоны (Братцев, 1955; Власова, 1976).

По долинам рек проходят большинство маршрутов оленьих стад, вследствие чего большая часть описаний выполнена непосредственно в долинах рек:. Северная, Шапкина, Куя, Ортина; все они являются притоками р. Печора.

2.2 Почвы

Почвенный покров припечорских тундр относится к Канинско-Печорской провинции. Основную часть территории занимает Большеземельский округ, представленный бугорково-кочкарниковыми комплексами тундровых глеевых и торфяных почв, а также почвами пятен на моренных отложениях. Долина р. Печоры и прилегающие поймы выделены в самостоятельный Печорско-Карский округ, характеризующийся разнообразием болотных и песчаных тундровых почв, в том числе деградирующих. Более подробно рассматриваются закономерности почвообразования в тундровой зоне Восточно-Европейской равнины. Отмечено, что на песчаных отложениях формируются подзолы и подбуры, наличие которых связывается с микроклиматическими особенностями лесных участков (Крейда, 1958; Игнатенко, 1979;). В тундровой зоне подзолистые горизонты рассматриваются как реликтовые. Криотурбационные процессы могут нарушать или полностью разрушать ранее сформированные горизонты.

Тип субстрата играет ключевую роль в контексте выпаса. Супесчаные субстраты быстрее подвергаются вытаптыванию оленьими стадами, что может привести к значительной трансформации ландшафта. Пятна голого грунта на суглинистых субстратах, возникшие в связи с криогенными процессами, зарастают лишайниками, однако структура лишайникового покрова, в свою очередь, изменяется вследствие систематически

повторяющегося вытаптывания, что приводит к увеличению площадей голого грунта в таких местообитаниях.

2.3 Климат

Район характеризуется высокой неустойчивостью погоды, обусловленной взаимодействием арктических и атлантических воздушных масс. Климат становится более континентальным и менее влажным при движении с запада на восток и вглубь материка. Зима длительная (6–8 месяцев), с частыми метелями и сильными ветрами; лето короткое и прохладное, со среднесуточными температурами выше +10 °C лишь на протяжении 55 дней в году. Среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции г. Нарьян-Мар составляет –3,5 °C, годовая сумма осадков — около 430–600 мм, с максимумом в августе–сентябре.

Для региона характерна высокая влажность воздуха, частая облачность и продолжительное снежное покрытие (в среднем 214 дней в году). Климат оказывает заметное влияние на формирование почвенного покрова, в том числе за счёт замедления биологических процессов. Отмечаются тенденции потепления со второй половины XX века, влияющие на температурный режим почв и состояние многолетней мерзлоты (Доклад о состоянии … , 2015). Которые, в свою очередь, могут приводить к колебаниям температур весной, потепления чередуются с заморозками, когда в критический период отела доступность корма является одним из ключевых факторов при выпасе, но образующаяся ледяная корка мешает добраться до необходимого корма.

Вместе с тем, прогнозы климатической динамики для Европейского Севера сохраняются неопределёнными из-за колебаний температуры и различий в локальных условиях.

Глава 3. Материалы и методы

В основу диссертационной работы заложены результаты собственных исследований, выполненных в ходе полевых работ (2021 – 2024 гг.), а также материалы коллег из Лаборатории динамики растительного покрова Арктики (О. В. и И. А. Лавриненко). В анализ включены 140 геоботанических описаний, выполненные на ключевых участках автором в период с 2022 по 2024 гг., а также описания, выполненные О. В. Лавриненко и И. А. Лавриненко в 1990 г. и 2010 г.

3.1 Методы полевых исследований

Материалом послужили геоботанические описания, выполненные автором в 2019–2024 гг. на 5×5 м площадках в пределах пастбищ северного оленя. На каждой площадке определяли

виды сосудистых растений, мхов и лишайников, оценивали их обилие по шкале Браун-Бланке и проективное покрытие по жизненным формам. Названия сосудистых растений приведены в соответствии со справочником С. К. Черепанова (Черепанов, 1995). Для всех выявленных видов отмечали обилие по шкале Браун-Бланке (Becking, 1957). Жизненные формы указаны в соответствии с классификацией Т. Г. Полозовой (Полозова 1978, 1981, 1986, 1990). Анализ географических групп был осуществлен по Н.А. Секретаревой (для сосудистых) (Секретарева, 2004) и Н.С. Голубковой (для лишайников) (Голубкова,1983).

Для количественной оценки трансформации растительности под влиянием выпаса был разработан и апробирован индекс пастбищной деградации, включающий три диагностических показателя: высота лишайникового покрова, наличие пятен голого грунта и криптогамных корок. Каждому участку присваивался балл от 0 до 1 по каждому признаку, итоговый балл, полученный в результате суммирования баллов по всем признакам, отражал степень деградации участка. В ходе работ был собран гербарий из более 1300 образцов сосудистых растений, мхов и лишайников.

3.2 Методы камеральной обработки данных

Все геоботанические описания обрабатывались в программах Excel, Rstudio. Для анализа видового разнообразия кустарничково-лишайниковых и кустарничково-мохово-лишайниковых сообществ создана база данных, включающая 140 полных геоботанических описаний, выполненных за время полевых работ 2020-2024 гг. Статистическая обработка данных проведена в программе Rstudio. Геоботанические описания были объединены в группы, отражающие особенности видового состава кустарничково-лишайниковых и кустарничково-мохово-лишайниковых сообществ на разных субстратах (суглинки, торф и песок) в условно фоновых условиях и находящихся под воздействием выпаса разной интенсивности. Для этих групп был проведен таксономический анализ и анализ видового богатства сообществ.

3.3 Классификация сообществ разной степени нарушенности

Фоновые сообщества классифицированы в соответствии с подходом Браун-Бланке на уровне синтаксонов ранга ассоциаций. Нарушенным растительным сообществам присвоены рабочие авторские названия; вследствие неопределенного положения в используемой классификационной системе, в настоящее время эти сообщества не могут быть классифицированы.

Глава 4. Описание ключевых участков

Данная глава посвящена характеристике ключевых участков, на которых проводилось изучение видового состава, структуры и экологического состояния растительности оленьих пастбищ. Выполнены геоботанические описания площадок в пределах четырх ключевых районов, охватывающих приморские и континентальные ландшафты припечорских тундр. Участки различаются по особенностям рельефа, степени заболоченности, почвенному субстрату и степени пастбищной нагрузки. Подробно рассмотрены экологические условия растительности в пределах песчаных и торфяных террас, морен, грядово-топяных комплексов и термокарстовых форм, приуроченных к территориям с разной интенсивностью и сезонностью выпаса северного оленя.

Глава 5. Состав и структура растительности кустарничково-лишайниковых сообществ припечорских тундр

5.1. На песчаных и супесчаных субстратах

В пределах припечорских тундр на песчаных и супесчаных субстратах описаны сообщества кустарничково-лишайниковых тундр, отнесённые к ассоциации ***Loiseleurio–Diapensietum*** subass. ***salicetosum nummulariae***. Выделены два варианта: южный — с доминированием *Loiseleuria procumbens* и *Flavocetraria nivalis*, и северный — с *Diapensia lapponica* и высокой константностью *Salix nummularia*. Для обоих вариантов характерно высокое проективное покрытие (до 100%), преобладание кустарничков и лишайников, включая виды-индикаторы пастбищной нагрузки (*Gymnomitrion corallioides, Sphaerophorus globosus, Ochrolechia frigida*). Сообщества занимают дренированные возвышенные участки с песчаными оподзоленными почвами и подвержены интенсивному зимнему выпасу.

5.2 На суглинистых субстратах

На суглинистых субстратах описаны сообщества ассоциации ***Calamagrostio laponicae – Hylocomietum splendentis*** Lavrinenko et. Lavrinenko 2018, характеризующиеся развитием травяно-мохового яруса с преобладанием *Equisetum arvense, Calamagrostis lapponica* и мхов *Hylocomium splendens, Aulacomnium turgidum*. Лишайниковый покров представлен как кормовыми (*Cladonia arbuscula, Flavocetraria nivalis*), так и некормовыми (*Psoroma hypnorum, Icmadophila ericetorum*) видами. Структура трёхъярусная, с более выраженным кустарниковым ярусом по сравнению с песчаными сообществами. Сообщества приурочены к плакорным участкам южных тундр с глинистыми и суглинистыми почвами.

Глава 6. Флористический анализ кустарничково-лишайниковых сообществ

6.1. Таксономический анализ

Таксономическое разнообразие видов растительного покрова лишайниковых пастбищ припечорских тундр включает представителей трёх основных групп: сосудистые растения, мохообразные и лишайники. Всего проанализированы данные по 42 семействам и 34 родам.

Среди лишайников наибольшее видовое богатство отмечено у семейства *Cladoniaceae* (42 вида), более половины из которых зарегистрированы в фоновых сообществах на песчаном субстрате. Также численно представлены *Parmeliaceae* (18 видов) и *Peltigeraceae* (14 видов), встреченные преимущественно на песках. Семейства *Pertusariaceae* (8 видов) и *Stereocaulaceae* (6 видов) встречаются как на песках, так и на суглинках, при этом выраженной зависимости от степени пастбищной дигрессии не обнаружено. Менее многочисленные семейства, такие как *Icmadophilaceae* (5 видов), *Ochrolechiaceae* (3 вида) и *Lecanoraceae* (2 вида), представлены, как правило, единичными видами и преимущественно на песчаных субстратах.

Сосудистые растения наиболее широко представлены в семействах *Poaceae* (10 видов), *Cyperaceae* (7 видов), *Ericaceae* (7 видов) и *Salicaceae* (6 видов). Виды *Poaceae* и *Cyperaceae* чаще приурочены к песчаным субстратам, представители *Ericaceae* преобладают на суглинках. На уровне родов лидируют *Carex* (5 видов), *Vaccinium* (3 вида) и *Salix* (3 вида).

Мохообразные включают представителей семейств *Dicranaceae* (10 видов), *Polytrichaceae* (9 видов), *Aulacomniaceae* (4 вида) и *Hylocomiaceae* (3 вида). Виды большинства семейств мхов были зарегистрированы преимущественно на песчаном субстрате, особенно на нарушенных участках, подверженных вытаптыванию. На уровне родов наиболее разнообразен *Dicranum* (6 видов).

Таким образом, структура растительного покрова лишайниковых пастбищ характеризуется преобладанием видов семейства *Cladoniaceae* среди лишайников, *Poaceae* и *Ericaceae* среди сосудистых растений, и *Dicranaceae* среди мхов. Распределение по субстратам и типам нарушенности демонстрирует устойчивые различия в составе таксонов, что важно учитывать при анализе пастбищной дигрессии.

6.2. Эколого-географический анализ

6.2.1. Географические группы сосудистых растений

Среди сосудистых растений наибольшее видовое разнообразие отмечено у гипоаркто-монтанной группы (ГА-М), включающей 15 видов. Из них следующие виды встречаются как на суглинках, так и на песках: *Arctous alpina*, *Betula nana*, *Calamagrostis lapponica*,

Empetrum hermaphroditum и *Salix glauca*. Арктобореальная группа (АБ) насчитывает 13 видов (5 на песке, 8 на суглинке), из которых 3 вида встречаются на обоих субстратах: *Equisetum arvense*, *Festuca ovina* и *Ledum decumbens*. Арктоальпийская группа (АЛ) представлена 11 видами, среди которых *Bistorta vivipara*, *Juncus trifidus* и *Luzula confusa* есть как на песках, так и на суглинках.

Бореальные виды (Б), в числе 10 видов, также имеют 3 общих представителя — *Andromeda polifolia*, *Vaccinium uliginosum* и *Vaccinium vitis-idaea*, что отражает устойчивое присутствие бореального компонента в обоих местообитаниях. Среди менее многочисленных групп общие виды отмечены у бореально-монтанной (*Avenella flexuosa*), гипоарктической/арктобореальной (*Rubus chamaemorus*), метаарктической (*Carex arctisibirica*) и преимущественно арктической (*Carex rariflora*) групп. Виды гипоарктической группы для песков и для суглинков различаются.

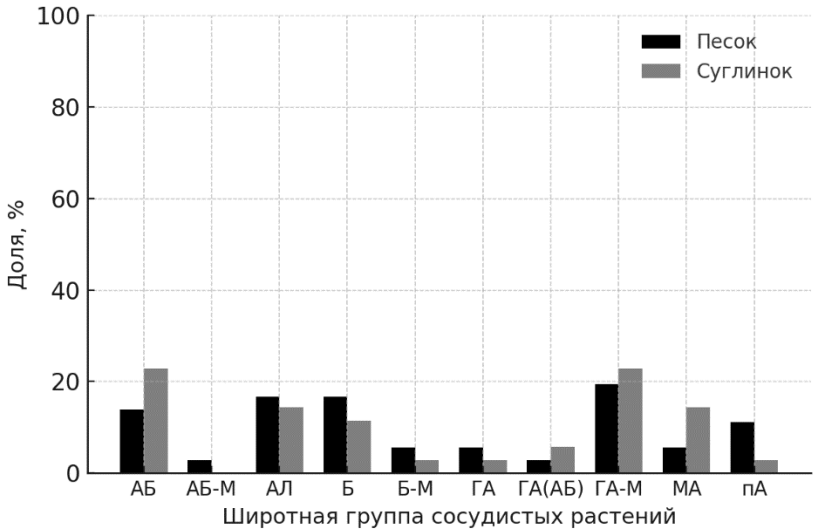

Рис. 1 Распределение долей видов сосудистых растений по широтным группам на песчаных и суглинистых субстратах как в фоновых, так и в нарушенных сообществах. Широтные группы: А — арктическая, пА — преимущественно арктическая, МА — метаарктическая (арктогольцовая), АЛ — арктоальпийская, ГА — гипоарктическая, ГА-М — гипоаркто-монтанная, АБ — арктобореальная, АБ-М — арктобореально-монтанная, Б — бореальная, Б-М — бореально-монтанная, Б-Н — бореально-неморальная.

6.2.2. Географические группы лишайников

Наибольшее видовое разнообразие лишайников отмечено в арктоальпийской (АА, 27 видов) и бореальной (Б, 14 видов) широтных группах. Среди них большая часть видов

встречается на обоих субстратах, включая такие характерные виды, как *Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*, *Flavocetraria nivalis*, *Peltigera scabrosa*, *Sphaerophorus globosus*, *Alectoria nigricans* и *Cetraria nigricans*. Несмотря на значительную общность доминирующих лишайников между субстратами, их полный состав варьирует.

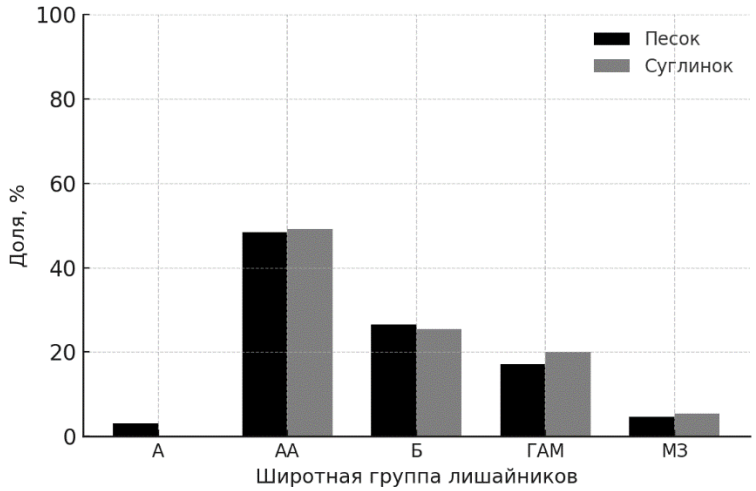

Рис. 2 Распределение долей видов лишайников по широтным группам на песчаных и суглинистых субстратах как в фоновых, так и в нарушенных сообществах. Широтные группы: А — арктическая, АА — арктоальпийская, Б — бореальная, ГАМ — гипоарктомонтанная, МЗ — мультизональная.

Глава 7. Сравнительный анализ видового состава кустарничково-лишайниковых сообществ на песчаном и суглинистом субстратах (на фоновых и нарушенных выпасом площадках)

7.1. Сравнение по среднему покрытию кормовых видов лишайников для площадок разной степени нарушенности на суглинистом и песчаном субстратах

Среднее обилие кормовых видов лишайников (*Cladonia arbuscula, Cl. rangiferina, Flavocetraria cucullata, Fl. nivalis*) повсеместно снижалось в нарушенных сообществах. Так, на песке обилие *Flavocetraria nivalis* упало с 26,3% до 16,8%, *Cladonia arbuscula* — с 16,4% до 4,9%. На суглинках *Flavocetraria nivalis* уменьшилась с 8,3% до 6,4%, *Cladonia rangiferina* — с 8,2% до 3,6%.

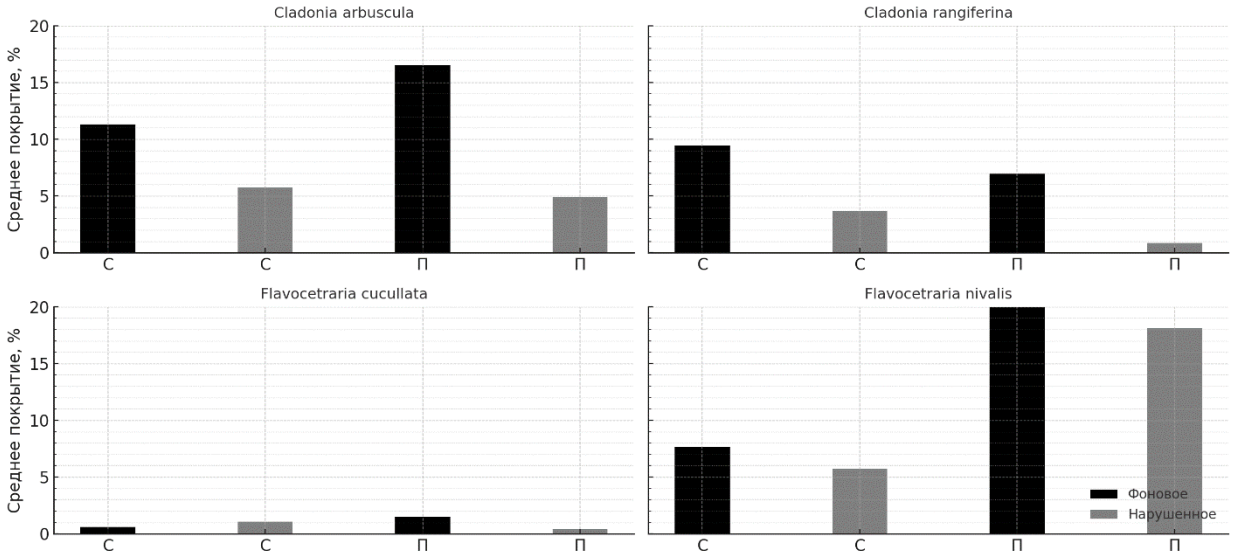

Рис. 2 Среднее проективное покрытие (% площади) четырёх кормовых видов лишайников (*Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*, *Flavocetraria nivalis*) на песчаном (П) и суглинистом (С) субстратах при различной степени пастбищной трансформации. Чёрным цветом обозначены фоновые участки, серым — нарушенные. Перевод балльной шкалы Браун-Бланке выполнен по следующей градации: 1 = 0.1%, 2 = 0.5%, 3 = 2%, 4 = 8%, 5 = 15%, 6 = 36%, 7 = 60%, 8 = 85%. В расчёт включены только те площадки, на которых вид был зафиксирован.

7.3. Сравнение по среднему покрытию видов-индикаторов пастбищной дигрессии

Анализ видов-индикаторов дигрессии показал увеличение их обилия в нарушенных сообществах. На песке *Gymnomitrion coralloides* увеличился с 1,4% до 4,9%, *Ochrolechia frigida* — с 2,1% до 2,6%, *Pertusaria geminipara* — с 1,4% до 2,5%. На суглинках *Sphaerophorus globosus* вырос с 6,3% до 12,7%, *Racomitrium lanuginosum* — с 2,9% до 5,3%. Вид *Icmadophila ericetorum* также стал чаще встречаться в нарушенных сообществах обоих типов, но его обилие оставалось низким (до 2,2%).

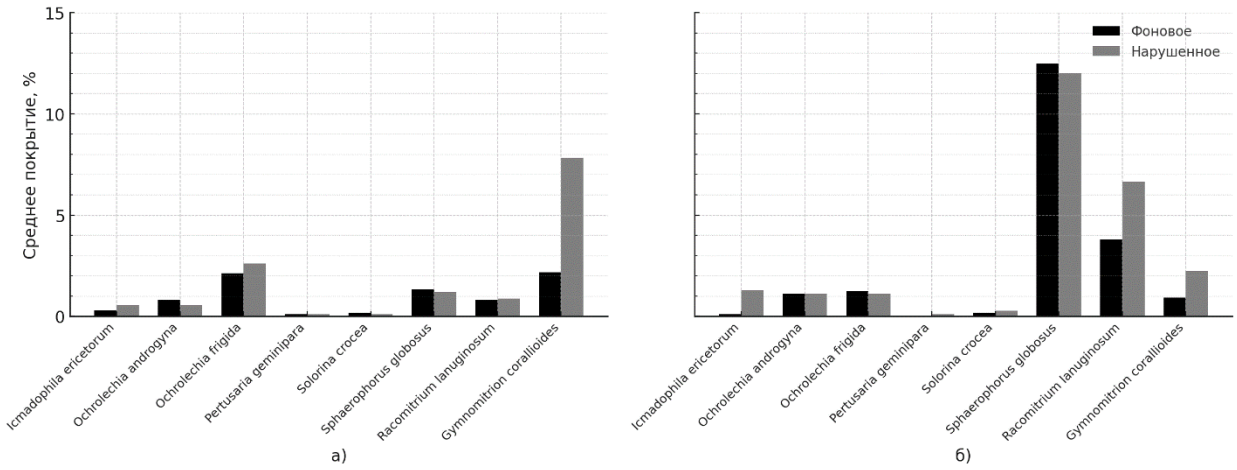

Рис. 4 Среднее проективное покрытие (% площади) видов-индикаторов пастбищной дигрессии (*Icmadophila ericetorum, Ochrolechia androgyna, Ochrolechia frigida, Pertusaria geminipara, Solorina crocea, Sphaerophorus globosus, Racomitrium lanuginosum, Gymnomitrion corallioides*) на участках с песчаным (а) и суглинистым (б) субстратом в фоновых и нарушенных сообществах. Значения рассчитаны на основе шкалы Браун-Бланке: 2 = 0.5%, 3 = 2%, 4 = 8%, 5 = 15%, 6 = 36%, 7 = 60%, 8 = 85%.

7.4. Индекс пастбищной дигрессии

Все исследованные участки были оценены по индексу пастбищной дигрессии, основанному на трёх легко измеримых параметрах: высоте лишайникового покрова, покрытии открытого грунта и криптогамных корок. Ни один из участков не получил максимального балла (3), указывающего на крайнюю степень деградации. Большинство площадок набрали от 0 до 2 баллов: так, участки с индексом 1 уже демонстрировали ранние признаки нарушения — низкий лишайниковый покров и открытые участки субстрата.

Методика позволяет выявлять даже неочевидные по внешнему виду стадии деградации, особенно актуальные в условиях летнего выпаса. Например, участки с растительным покровом визуально не затронутым выпасом могут быть с ранними стадиями пастбищной дигрессии, что и позволяет уловить индекс. Инструмент оказался удобным и эффективным для экспресс-оценки состояния пастбищ в полевых условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

1. В результате геоботанических описаний 140 площадок на песчаных, суглинистых и торфяных субстратах, охватывающих как фоновые, так и нарушенные сообщества, установлено, что площадки на песчаных субстратах характеризуются наибольшим видовым богатством: на фоновых участках зарегистрировано 127 видов, из них 63

— лишайники, 30 — мхи, 25 — травянистые растения. На суглинках выявлено 90 видов, при этом кустарники здесь представлены несколько шире (3 вида против 2 на песках).

2. Среднее проективное покрытие кормовых лишайников во всех сообществах значительно уменьшается при нарушении. Так, на песках и супесях обилие *Flavocetraria nivalis* снизилось с 26,3% до 16,8%, *Cladonia arbuscula* — с 16,4% до 4,9%; на суглинках аналогичные виды теряют 1,9–4,6% в среднем покрытии.
3. Виды-индикаторы пастбищной дигрессии увеличивают покрытие в нарушенных сообществах: *Gymnomitrion coralloides* на песке — с 1,4% до 4,9%, *Sphaerophorus globosus* на суглинках — с 6,3% до 12,7%. Рост обилия отмечен и у других накипных и криптогамных видов, осваивающих сильно нарушенные участки пастбищ.
4. Индекс пастбищной дигрессии, основанный на высоте лишайников, открытом грунте и покрытии криптогамными корками, продемонстрировал эффективность для быстрой оценки состояния растительности. Ни один участок не достиг максимального значения (3), большинство набрало 0–2 балла. Индекс позволил выявить ранние признаки деградации даже на визуально стабильных участках.
5. Полученные данные могут быть использованы для мониторинга состояния растительного покрова оленьих пастбищ, а также для разработки мер по их сохранению и восстановлению в условиях климатических изменений и антропогенной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голдина Л. П. География озёр Большеземельской тундры. — Л.: Наука, 1972. — 100 с.
2. Голубкова Н. С. Анализ флоры лишайников Монголии. — Л.: Наука, 1983. — 248 с.
3. Дедов А. А. Оленьи пастбища Тиманской тундры // Оленьи пастбища Северного края. — Архангельск, 1931. — Т. 1. — С. 86–135.
4. Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Растительные сообщества восточной части острова Колгуев // АгроАрктика. Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса европейского Севера России. Матер. науч.-практ. конф. — Нарьян-Мар, 2012. — С. 255–268.
5. Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Растительный покров оленьих пастбищ острова Колгуев: преемственность исследований и современные подходы // Ботаника:

история, теория, практика. Матер. междунар. науч. конф., посвящ. 300-летию БИН РАН. — СПб., 2014. — С. 124–130.

6. Леменкова П. Спутниковое картографирование заболоченных ландшафтов тундры с помощью ILWIS GIS // Актуальные проблемы состояния и рационального использования водных ресурсов. Матер. рег. науч.-практ. конф. — Йошкар-Ола, 2015. — С. 110–113. https://ssrn.com/abstract=3321064
7. Милановский Е. Е. Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии): учебник. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 448 с.
8. Полежаев А. В. Растительность севера Дальнего Востока России в картографических моделях // Геоботаническое картографирование. — 2013. — С. 48–67. https://doi.org/10.31111/geobotmap/2013.48
9. Полозова Т. Г. Жизненные формы лишайников и возможности их применения в геоботанических исследованиях // Ботанический журнал. — 1978. — Т. 63, № 3. — С. 389–396.
10. Полозова Т. Г. Классификация жизненных форм лишайников арктических пустынь и тундр // Современное состояние и типизация растительности Арктики. — Л.: Наука, 1986. — С. 154–164.
11. Полозова Т. Г. Лишайники как индикаторы деградации пастбищ в тундровой зоне // Тундровые экосистемы и их продуктивность. — Л.: Наука, 1990. — С. 140–149.
12. Полозова Т. Г. О классификации жизненных форм лишайников // Проблемы изучения растительности Севера. — Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1981. — С. 65–70.
13. Секретарёва Т. А. Лишайники Коми республики: краткий определитель. — СПб.: Наука, 2004. — 312 с.
14. Танфильев Г. И. По тундрам тиманских самоедов летом 1892 г. — СПб., 1894. — 42 с.
15. Уваров С. А., Лапина А. М., Лавриненко О. В. Фитомасса лишайников и зелёных растений в сообществах восточноевропейских тундр // Растительные ресурсы. — 2021. — Т. 57, № 1. — С. 15–38. https://doi.org/10.31857/S0033994621010118
16. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). — СПб.: Мир и семья – 95, 1995. — 990 с.
17. Шренк А. И. Путешествие к Северо-Востоку европейской России через тундры самоедов к северным Уральским горам, предпринятое по высочайшему повелению в 1837 году Александром Шренком: пер. с нем. яз. — СПб., 1855. — 665 с.

18. Карсонова Д. Д., Дьячкова Т. В. Лишайниковые пастбища острова Ловецкий и бассейна реки Малая Хабуйкасе // Материалы V (XIII) Международной ботанической конференции молодых учёных в Санкт-Петербурге (25–29 апреля 2022 года). — СПб.: БИН РАН, 2022. — 174 с. — ISBN 978-5-7629-3012-3.
19. Карсонова Д. Д. Подходы к изучению состояния и динамики растительности оленьих пастбищ, как ресурсных местообитаний Арктики, под влиянием оленеводства // Растения в муссонном климате — IX: Растительные системы в условиях глобальных изменений. Тезисы конф. — Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2022.— 80 с. — DOI: 10.17581/mon2022.014.
20. Карсонова Д. Д., Лапина А. М., Нешатаев В. В. Местообитания о. Ловецкий // Российская геоботаника: итоги и перспективы: материалы конф. (к 100-летию Отдела геоботаники БИН). — СПб.: БИН РАН, 2023.— 252 с. — ISBN 978-5-903343-24-9.
21. Карсонова Д. Д., Нешатаев В. В., Дьячкова Т. В. Показатели фитомассы как индикатор состояния лишайниковых пастбищ северного оленя // Современные проблемы экспериментальной ботаники: сб. матер. III Междунар. науч. конф. молодых учёных. — Минск: Транстехника, 2023. — С. [уточнить страницы]. — 410 с. — ISBN 978-985-7110-93-3.
22. Щеглов Д. И., Громовик А. И. Основы геоморфологии: учеб. пособие. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2017. — 178 с.
23. Becking R. W. The Zürich-Montpellier school of phytosociology // Botanical Review. — 1957. — Vol. 23, no. 7. — P. 411–488.
24. Sundqvist M. K., Moen J., Björk R. G., Vowles T., Kytöviita M.-M., Parsons M. A., Olofsson J. Experimental evidence of the long-term effects of reindeer on Arctic vegetation greenness and species richness at a larger landscape scale // J. Ecol. — 2019. — https://doi.org/10.1111/1365-2745.13201

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АСПИРАНТОМ ПО ТЕМЕ НКР

Карсонова Д. Д. Изучение растительности пастбищ северного оленя: история и основные подходы в современных исследованиях // Растительные ресурсы. — 2024. — Т. 60, № 2. — С. 21–41. https://doi.org/10.31857/S0033994624020027