

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
КОМИ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

УДК 582.4
Пер. № НИОКТР 121112900055-1
Пер. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
д-р. биол. наук, чл.-корр. РАН



С.В. Дёгтева
29 11 2023 г.

ОТЧЕТ
О РАБОТАХ ПО ПРОЕКТУ

ГЕРБАРНЫЕ ФОНДЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ
КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.Л. КОМАРОВА
РАН: МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАЗВИТИЕ И СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
КАК ОСНОВА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
(Соглашение № 075-15-2021-1056 от 28.09.2021 г.)

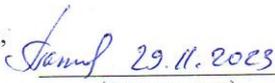
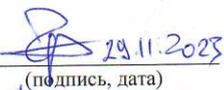
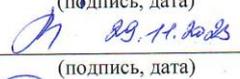
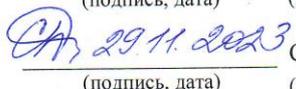
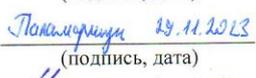
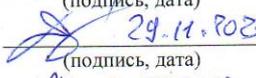
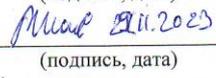
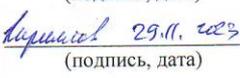
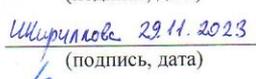
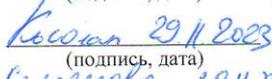
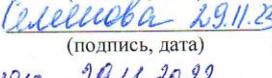
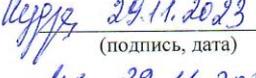
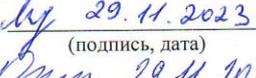
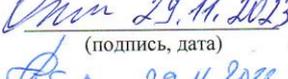
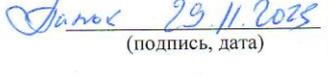
выполняемых Федеральным государственным бюджетным учреждением науки
Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук» в качестве соисполнителя по договору № ЕП/29-10-21-3
от 29.10.2021 г. с БИН РАН), третий этап работ
(итоговый)

Отв. исп-ль, ведущий научн. сотр.,
канд. биол. наук, доцент

 Е.Н. Патова

Сыктывкар, 2023

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отв. исполнитель: Вед. науч. сотр., канд. биол. наук, доцент	 29.11.2023 (подпись, дата)	Е.Н. Патова (введение, разделы 1, 2 заключение)
Исполнители:		
Директор ИБ, канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	И.Ф. Чадин (разделы 1, 2 заключение)
Уч. секретарь, канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	Т.П. Шубина (введение, разделы 1, 2 заключение)
Гл. науч. сотр. д-р биол. наук, чл.-корр. РАН	 29.11.2023 (подпись, дата)	С.В. Дёгтева (введение, разделы 1, 2 заключение)
Вед. науч. сотр., д-р биол. наук, ст. науч. сотр.	 29.11.2023 (подпись, дата)	Г.В. Железнова (введение, разделы 1, 2)
Ст. науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	М.А. Паламарчук (разделы 1, 2)
Ст. науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	Г.Н. Пыстина (разделы 1, 2)
Ст. науч. сотр., канд. биол. наук, доцент	 29.11.2023 (подпись, дата)	И.В. Тетерюк (разделы 1, 2)
Науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	М.В. Дулин (разделы 1, 2)
Науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	В.А. Канев (разделы 1, 2)
Науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	Д.В. Кириллов (разделы 1, 2)
Науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	И.А. Кириллова (разделы 1, 2)
Науч. сотр., канд. биол. наук	 29.11.2023 (подпись, дата)	Д.А. Косолапов (разделы 1, 2)
Мл. науч. сотр.	 29.11.2023 (подпись, дата)	Н.А. Семенова (разделы 1, 2)
Вед. инженер	 29.11.2023 (подпись, дата)	Д.И. Кудрявцева (разделы 1, 2)
Вед. инженер	 29.11.2023 (подпись, дата)	Е.Г. Мади (разделы 1, 2)
Вед. инженер	 29.11.2023 (подпись, дата)	Н.А. Оплеснина (разделы 1, 2)
Вед. инженер	 29.11.2023 (подпись, дата)	М.Д. Рубцов (разделы 1, 2)
Инженер I кат.	 29.11.2023 (подпись, дата)	А.А. Панюков (разделы 1, 2)

Инженер I кат.	<u>Чупрова 29.11.2023</u> (подпись, дата)	Е.М. Чупрова (разделы 1, 2)
Лаборант-исследователь	<u>Ичеткина 29.11.2023</u> (подпись, дата)	А.В. Ичеткина разделы 1, 2)
Старший лаборант	<u>Литвиненко 29.11.2023</u> (подпись, дата)	Г.А. Литвиненко (разделы 1, 2)
Нормоконтроль	<u>Романова 29.11.2023</u> подпись, дата	И.А. Романова (список использованных источников)

РЕФЕРАТ

Отчет 44 с., 9 рис., 53 источн.

ГЕРБАРНЫЕ ФОНДЫ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ, СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ, ГРИБЫ, ЛИШАЙНИКИ, СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ГЕРБАРИЕВ, ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

В 2023 г. на базе УНУ Научный гербарий Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (СУКО) в целях развития сетевых биоресурсных коллекций по теме «Гербарные фонды биологического разнообразия растений и грибов Коллекционного фонда Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН: модернизация, развитие и сетевое взаимодействие как основа фундаментальных исследований и совершенствования генетических технологий», выполняемых БИН РАН в рамках реализации отдельных мероприятий Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019-2027 годы (II очередь. Биоресурсные коллекции) продолжены работы по оцифровке гербарных листов и этикеток, расшифровке и внесению в базу данных основных этикеточных данных, инсерации гербарных единиц хранения.

Гербарный фонд коллекции СУКО документирует флору, лишено- и микобиоты европейского северо-востока России. Коллекция включает более 310 000 единиц хранения. В 2023 г. основной фонд гербария пополнен почти на 4618 единиц хранения. Основу коллекционного фонда составляют полевые сборы с территории северо-востока европейской части России (Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Архангельская, Вологодская, Кировская области и др.). На третьем этапе работ (2023 г.) планировалась оцифровка 10 000 гербарных образцов или этикеток, расшифровка и внесение в базы данных 10 000 этикеточных данных, инсерация 1500 гербарных образцов. При выполнении проекта использован комплекс традиционных и современных методов работы с гербарными фондами.

Результаты третьего этапа научно-исследовательской работы достигнуты в полном объеме. Оцифровано 126567 гербарных образцов и этикеток (4071 этикетка гербарных образцов мохообразных, 5441 гербарный лист сосудистых растений, 1225 образцов грибов, 1350 этикеток гербарных образцов лишайников, 50 гербарных образцов водорослей). Основные этикеточные данные всех оцифрованных образцов расшифрованы и внесены в базу данных. Инсерировано свыше 4600 единиц хранения гербарных образцов (1235 – сосудистые растения, 1129 – мохообразные, 50 – водоросли, 854 – грибы, 1350 – лишайники). Сведения об оцифрованных образцах, расшифрованных этикеточных данных и инсерированных образцах внесены в электронные базы данных; информация доступна на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН https://ib.komisc.ru/add/herbarium/bin-project/bin_report_2023/. На основании расшифрованной основной информации оцифрованных этикеток опубликована в Global Biodiversity Information Facility (GBIF) информация о распространении двух видов орхидных (*Platanthera bifolia* (L.) Rich. и *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.) на территории Республики Коми, а также обновлен и дополнен ранее опубликованный набор данных о находках 1270 агарикоидных базидиомицетов на территории Печоро-Илычского заповедника. Научные данные, полученные при реализации проекта, могут быть использованы при: осуществлении долгосрочного мониторинга разнообразия флор, лишено- и микобиот на европейском Северо-Востоке; составлении карт ареалов сосудистых растений, мхов, печёночников, водорослей, грибов и лишайников, кадастров мест произрастания редких видов растений и грибов (включая лишайники); ведении «Красной книги Республики Коми»; подготовке публикаций, в том числе монографических сводок, атласов.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	4
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	7
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	8
ВВЕДЕНИЕ	9
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	17
1 Методы исследований.....	17
1.1 Оцифровка (получение цифровых изображений) этикеток коллекции мохообразных гербария SYKO.....	17
1.2 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции мохообразных гербария SYKO	18
1.3 Оцифровка (получение цифровых изображений) гербарных образцов коллекции сосудистых растений гербария SYKO	20
1.4 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции сосудистых растений гербария SYKO	23
1.5 Оцифровка (получение цифровых изображений) этикеток коллекций грибов и лишайников гербария SYKO	23
1.6 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции грибов гербария SYKO	24
1.7 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции лишайников гербария SYKO	24
1.8 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции водорослей гербария SYKO	25
1.9 Инсертация образцов в коллекции грибов, лишайников, водорослей, мохообразных, сосудистых растений гербария SYKO	25
2 Результаты и их обсуждение	27
2.1 Оцифровка гербарных листов (для сосудистых растений) или этикеток (для других групп)	27
2.1.1 Оцифровка этикеток коллекции мохообразных гербария SYKO	27
2.1.2 Оцифровка гербарных образцов сосудистых растений (гербария SYKO	27
2.1.3 Оцифровка гербарных образцов грибов	29
2.1.4 Оцифровка гербарных образцов лишайников.....	29
2.1.5 Оцифровка гербарных образцов водорослей	30
2.2 Расшифровка и внесение в базы данных основных этикеточных данных	31
2.2.1 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции мохообразных гербария SYKO	31
2.2.2 Расшифровка и внесение в базы данных основных этикеточных данных с гербарных листов коллекции водорослей SYKOa.....	32
2.2.3 Расшифровка и внесение в базы данных основных этикеточных данных с гербарных листов коллекции сосудистых растений гербария SYKO	32
2.2.4 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных с конвертов с образцами грибов коллекции гербария SYKOf.....	33

2.2.5	Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных с конвертов с образцами лишайников коллекции гербария SYKO.....	34
2.3	Инсерация единиц хранения	35
2.3.1	Инсерация образцов в коллекцию грибов	35
2.3.2	Инсерация образцов в коллекцию лишайников.....	35
2.3.3	Инсерация образцов в коллекцию мохообразных	36
2.3.4	Инсерация образцов в коллекцию водорослей	36
2.3.5	Инсерация образцов в коллекцию сосудистых растений.....	36
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	39

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В отчете использованы следующие термины с соответствующими определениями:

Гербарий – коллекция засушенных растений, препарированных в согласии с определёнными правилами. Обычно гербарные образцы после высушивания монтируют на листах плотной бумаги. В зависимости от вида растения на гербарном листе может быть представлена целая особь, группа особей или часть крупного (например, древесного) растения

Лихенобиота – совокупность лишайников, распространенных на определенной территории

Микобиота – грибное население определенной части территории

Национальный парк – природоохранное, эколого-просветительское и научно-исследовательское учреждения, территория (акватория) которого включают в себя природные комплексы и объекты, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность, предназначенные для использования в природоохранных, просветительских научных и культурных целях и для регулируемого туризма

Оцифровка – описание объекта, изображения или аудио- видеосигнала (в аналоговом виде) в виде набора дискретных цифровых замеров (выборок) этого сигнала/объекта, при помощи той или иной аппаратуры, то есть перевод его в цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители.

Особо охраняемые природные территории – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение

Растительное сообщество (фитоценоз) – устойчивая совокупность растений, обитающих на относительно однородном участке земной поверхности и существующих в определённых условиях, которая характеризуется относительной однородностью видового состава, определённой структурой и системой взаимоотношений растений друг с другом и с внешней средой

Флора – исторически сложившаяся совокупность видов растений, распространенных на конкретной территории или на территории с определёнными условиями в настоящее время или в прошедшие геологические эпохи

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

БД – база данных

выс. – высота

высота над ур. м. – высота над уровнем моря

д.б.н. – доктор биологических наук

к.б.н. – кандидат биологических наук

Коми НЦ УрО РАН – Коми научный центр Уральского отделения Российской Академии наук

КСР – коллекция сосудистых растений

ООПТ – особо охраняемая природная территория

РФ – Российская Федерация

УНУ – уникальная научная установка

GBIF (Global Biodiversity Information Facility) – Глобальная информационная база данных биоразнообразия

GCM (Global Catalogue of Microorganisms) – Глобальный каталог микроорганизмов

СΥКО – научный гербарий Института биологии Коми Научного Центра Уральского Отделения РАН

ВВЕДЕНИЕ

Целью УНУ Научный гербарий Института биологии Коми Научного Центра Уральского Отделения РАН (СҮКО) является проведение на основе коллекционного фонда фундаментальных и прикладных научных исследований сотрудниками как Института биологии, так и других научных, образовательных, природоохранных и иных профильных учреждений Российской Федерации и зарубежных стран. Основная специализация Научного гербария СҮКО – документация флоры споровых и сосудистых растений, лишенобиоты и микобиоты европейского северо-востока России. Всего коллекция включает более 310 000 единиц хранения; в 2023 г. фонд пополнен на 4618 единиц хранения. Основу коллекционного фонда составляют полевые сборы с территории северо-востока европейской части России (Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Архангельская, Вологодская, Кировская области и др.). Гербарий документирует флоры, лишено- и микобиоты всех зональных типов растительных сообществ европейского Севера, от полярных пустынь до южной тайги, и высотных поясов западного макросклона Урала (Полярный, Приполярный, Северный). В коллекции также хранятся образцы, собранные или полученные из других регионов России и стран ближнего и дальнего зарубежья (Республика Карелия, Мурманская, Ленинградская, Вологодская, Кировская, Свердловская, Тюменская области, Пермский край, Таймыр, Шпицберген, Кавказ, Алтай, Дальний Восток, Камчатка, Швейцария, Финляндия, Швеция и пр.).

Основные задачи гербария: создание, хранение и систематизация коллекционных фондов по различным группам растений (сосудистые, мохообразные, водоросли), грибов и лишайников; пополнение коллекционных фондов; обеспечение сохранности коллекционных фондов; проведение работ, связанных с инвентаризацией, учетом и систематизацией коллекций сосудистых растений, мохообразных, водорослей, грибов, лишайников; создание электронного каталога и баз данных (БД) коллекций.

Коллекция сосудистых растений (КСР) насчитывает более 208000 гербарных листов, из которых около 160000 доступно для пользователей. В коллекции сосудистых растений представлены изотипы и паратипы 12 видов сосудистых растений, описанных с территории северо-востока европейской России. В коллекции хранятся изотипы и паратипы *Gypsophila pinegensis* Perf., *Trollius apertus* Perf. ex Igoschina, *Lotus dvinensis* Min. et Ulle, *Lotus peczoricus* Min. et Ulle, *Taraxacum perfiljevii* Orlova, *Hieracium elimense* Schljak., *Hieracium fuliginosiforme* Schljak., *Hieracium hosjense* Schljak., *Hieracium pseudolepistoides* Schljak., *Hieracium tolmatchevii* Schljak., *Hieracium foliolatum* Schljak., *Hieracium adakense* Schljak.

Коллекция сосудистых растений является основной и наиболее обширной в Гербарии. Первоначально ее основой стала коллекция, поступившая в Сыктывкар 20

сентября 1941 г. и эвакуированная из Архангельска вместе с сотрудниками Северной Базы АН СССР (15 062 образца сборов 1920-1930-х гг. А.И. Толмачева, И.А. Перфильева, А.П. Шенникова, В.М. Эпштейна, Б.П. Колесникова, А.А. Корчагина, Н.В. Дылиса, А.М. Леонтьева, В.Ф. Корякиной, Л.И. Корконосовой, а также работавших впоследствии в Коми филиале АН СССР В.М. Болотовой, И.С. Хантимера, Ю.П. Юдина). Позднее из Архангельска в Сыктывкар была переведена личная коллекция И.А. Перфильева. К 1953 г. фонд составил 22 232 образца. К 1963 г. коллекция насчитывала 62 000 образцов. К 1980 г. в фонде насчитывалось свыше 100 000 образцов. Поступила большая (свыше 3 000 образцов) коллекция дублетов из Архангельской области и Республики Коми с кафедры ботаники ЛГУ. В этот период и по 1991 г. куратором коллекции была А.Н. Лашенкова. В 1980-1990-е гг. продолжалось пополнение гербария сборами из Среднего и Южного Тимана, Урала, бассейнов Мезени, Цильмы, Ижмы, Средней Вычегды, юга Республики Коми. Результатом исследований А.Н. Лавренко, З.Г. Улле, Н.П. Сердитова, А.А. Кустышевой на Полярном, Приполярном и Северном Урале (1979-1992 гг.) явилась коллекция Уральского гербария (свыше 10 000 образцов). Основная ее часть документирует флору Печоро-Илычского биосферного заповедника. Материал по целому ряду таксонов был обработан крупнейшими систематиками: А.И. Толмачевым, Н.Н. Цвелевым, Т.В. Егоровой, Л.И. Иваниной, Н.А. Миняевым, Н.И. Орловой, В.Н. Тихомировым, А.К. Скворцовым, А. Мяметс. В 2014 г. поступила коллекция эксикат (382 листа) из Гербария Ботанического института РАН (LE, Санкт-Петербург). С 2000 г. сотрудниками отдела флоры и растительности Севера продолжается пополнение коллекции сборами с Северного, Приполярного, Полярного Урала, Пай-Хоя, со Среднего и Южного Тимана, из других районов Республики Коми (Воркутинский, Ижемский, Усть-Цилемский, Княжпогостский, Усть-Куломский, Корткеросский, Сыктывдинский, Койгородский), а также сборами из Ненецкого Автономного Округа, Мурманской области. Основные коллекторы: В.А. Канев, С.В. Дёгтева, Б.Ю. Тетерюк, Е.Е. Кулюгина.

Гербаризация образцов сосудистых растений ведется по общепринятым стандартам. Образцы видов в основном фонде расположены по системе Энглера.

Сведения, документированные образцами КСР, легли в основу четырехтомной сводки «Флора северо-востока европейской части СССР [1-4], ряда монографических работ [1-7], трех изданий «Красной книги Республики Коми» [8-10].

Как раздел гербария развивается онтогенетический гербарий редких видов Республики Коми и формируется коллекция семян редких видов (включает семена более 60 видов, хранящиеся в замороженном виде).

Сведения о вновь поступающих образцах с 2015 г. вносятся в электронную базу

данных «ADONIS», разработанную в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН. Начат ввод в эту БД сведений об образцах, хранящихся в основном фонде КСР. В процессе подготовки к выпуску третьего издания региональной Красной книги в БД «Адонис» внесены все сведения о гербарных образцах, включенных в него видов сосудистых растений, собранных на территории Республики Коми и хранящихся в КСР гербария SYKO.

Основные задачи при работе с КСР – инвентаризация и сканирование гербарных образцов, продолжение ввода данных о хранящихся и вновь поступающих образцах в БД «ADONIS».

Коллекция мохообразных насчитывает 63790 гербарных образцов 686 видов (из них 486 – мхи и 201 – печеночники). Первые образцы мхов, хранящиеся в гербарии, собрал А.П. Шенников в 1933 г. С 1940 г. материалы по мхам стали поступать в коллекционный фонд ежегодно. Наиболее многочисленна коллекция Б.П. Колесникова, представленная 233 конвертами из Усть-Куломского района Республики Коми. В сборе мохообразных принимали участие флористы и геоботаники: В.М. Болотова, Я.Я. Гетманов, А.А. Дедов, Н.С. Котелина, Н.А. Лазарев, А.Н. Лащенко, Н.И. Непомилуева, О.С. Полянская, И.С. Хантимер, Т.П. Кобелева-Шоленинова и др. В 1969 г. в Институте биологии под руководством И.Д. Кильдюшевского сформировалось бриологическое направление исследований. К 1970 г. в коллекции мохообразных было зафиксировано 3150 образцов, в которых представлено 209 видов. В последующие годы гербарные фонды пополнились коллекциями мохообразных, собранными бриологами И.Д. Кильдюшевским, Г.В. Железновой, М.В. Дулиным, Т.П. Шубиной, а также геоботаниками С.В. Дегтевой, А.А. Кустышевой, Б.Ю.Тетерюком, Е.Е. Кулюгиной, Т.Н. Пыстиной, Л.В. Тетерюк, Ю.А. Дубровским и др. В гербарии хранятся 24 выпуска (БИН, ГБС, Кольский ФАН) эксикатных образцов из России и зарубежных стран, полученные в порядке обмена.

Гербаризация бриологического материала ведется по общепринятым стандартам. Образцы видов в основном фонде расположены в алфавитном порядке.

В период с 2019 г. по 2023 г. в Научном гербарии Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (SYKO) успешно выполнена оцифровка 60658 этикеток (95 %) коллекции мохообразных.

На основе оцифрованных этикеточных данных опубликован набор данных о 49 726 находках мохообразных (49 261 находка мхов и 465 находок печеночников) в Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<https://www.gbif.org/dataset/3412de46-ed80-42c1-9e7b-42a1e040e6be>). Информация о каждой находке привязана к географическим

координатам с точностью от 3 км до 15 м. К каждой записи о находке вида приложена цифровая фотография оригинальной этикетки высокого качества.

Основная задача при работе с бриологическими коллекциями – продолжение оцифровки коллекции печёночников, публикация наборов данных в GBIF.

Коллекция лишайников Научного гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН насчитывает более 24 000 гербарных образцов порядка 800 видов. Она была основана в 1994 г., когда начались регулярные сборы представителей данной группы организмов в различных районах Республики Коми. До этого времени сборы лишайников были разрозненными, их осуществляли в основном специалисты-геоботаники. Самые старые образцы относятся к 1940-м годам, когда проводилось картирование растительности вдоль строящейся Северной железной дороги. Сборы лишайников в 1950-70-х годах были выполнены преимущественно в северных районах республики, Ненецком национальном округе и горных тундрах Урала (коллекторы А.Н. Лашенкова, Н.И. Непомилуева, И.С. Хантимер, А.А. Дедов, Ю.П. Юдин, Н.С. Котелина, Г.В. Железнова, М.С. Боч, А.И. Малафеев, А.А. Листова). В 1980-е годы фонды пополнились за счет образцов лишайников из Воркутинской тундры (Л.В. Чугаева, Е.Н. Патова). Часть старых сборов была определена бриологом И.Д. Кильдюшевским, а также сотрудниками Ботанического института им. В.Л. Комарова лишенологами К.А. Рассединой, П.П. Савичем и Е.К. Штукенберг. В начале 1990-х годов началось оформление старых коллекций (порядка 2 тыс. образцов) и систематическое пополнение фондов образцами, собранными в таежных лесах Республики Коми. В последние годы коллекционные фонды пополнялись за счет сборов, проводимых на ООПТ Республики Коми, а также на Урале, Среднем Тимане и в Большеземельской тундре (Т.Н. Пыстина, Я. Херманссон, О.В. Лавриненко, С.Н. Плюснин, А.А. Кустышева, Н.А. Семенова, Е.Е. Кулюгина и др.). Итоги изучения разнообразия лишайников и их отдельных групп были опубликованы в нескольких монографических работах [11-21] и статьях [22-29 и др.]. Сведения о редких и исчезающих видах лишайников обобщены в трех изданиях «Красной книги Республики Коми» [8-10].

Гербаризация лишенологического материала ведется по общепринятым международным стандартам. Особенностью коллекции лишайников можно считать двуязычное (английский и русский) этикетирование образцов, что облегчает обмен с иностранными гербариями. Образцы видов в основном фонде расположены в алфавитном порядке. На сегодняшний день в основном фонде размещено примерно 13 750 образцов (около 800 видов). Общее число образцов лишайников, с учетом неидентифицированных и неэтикетированных, составляет около 25 000 экземпляров из различных районов Республики Коми, Ненецкого автономного округа, Ямало-Ненецкого автономного округа,

Архангельской, Мурманской и Кировской областей, Краснодарского края, Украины, Швейцарии, Финляндии и Швеции [24]. Образцы лишайников из Республики Коми хранятся также в лихенологическом гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург (L), Музее эволюции Уппсальского университета (UPS), Музее Естественной истории университета г. Хельсинки (H), Ботаническом Музее Университета г. Осло (O). Значительная часть образцов находится в частной коллекции шведского лихенолога Я. Херманссона.

На сегодняшний день одной из основных задач при работе с лихенологической коллекцией является обработка и систематизация накопленного материала с использованием современных методов. Первой попыткой было создание в конце 1990-х гг. базы данных «LICHEN» в программе Microsoft Access, а также виртуальной фотогалереи (включает изображения более 600 образцов 250 видов) [30]. В настоящее время сведения о вновь поступающих и ранее инсерированных образцах заносятся в базу данных «ADONIS», объединяющую сведения об основных ботанических коллекциях Научного гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Начато занесение сведений о местах находок видов, их координатах и географическом положении (блок «Местонахождение») и гербарных сборах (блок «Этикетки гербария») [31, 32].

Коллекция грибов насчитывает около 7000 гербарных образцов порядка 1200 видов макромицетов. В общем доступе находится около 5000 образцов. Большинство образцов относится к отделу базидиальных грибов (Basidiomycota), постепенно пополняется коллекция сумчатых грибов (отдел Ascomycota).

Первые сборы грибов, хранящиеся в Научном гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO), были выполнены Н.С. Котелиной в 60-х годах XX в. Полученные результаты отражены в нескольких публикациях [33-35]. Однако, отсутствие в то время специалистов-микологов, несоблюдение условий хранения образцов, привело к тому, что уцелела только небольшая часть коллекции Н.С. Котелиной. Планомерное изучение микобиоты Республики Коми в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН было продолжено в 1999 г. с появлением в штате института специалистов-микологов – Д.А. Косолапова и М.А. Паламарчук. Объектом исследования стали две наиболее крупные группы грибов – агарикоидные и афиллофороидные базидиомицеты. Основной целью этих работ было выявление видового разнообразия грибов Республики Коми, так как сведения об этой группе организмов носили отрывочный характер. Основные исследования проводили в средней тайге [36], а так же на Приполярном и Северном Урале [7, 37, 38]. Был получен обширный фактический материал, который и составил основу коллекции грибов.

В 2010 г. под коллекцию было выделено отдельное помещение. Прделана большая

работа по ее оформлению, создана электронная база поступающих образцов. Ежегодно коллекционные фонды пополняются новыми сборами из различных районов Республики Коми. В 2011 г. гербарий пополнился сборами из Кировской области, в 2012 г. – из Ненецкого автономного округа (сборы Д.В. Кириллова). Основу коллекции составляют агарикоидные и афиллофороидные базидиомицеты, попутно собираются грибы и других групп (аскомицеты, гастеромицеты). Гербаризация образцов ведется с использованием общепринятых методик [39]. Образцы грибов помещены в полиэтиленовый zip-пакет, а затем в бумажный конверт с этикеткой. Этикеточные данные включают название вида, место сбора, географические координаты, субстрат и тип сообщества, дату сбора, фамилию и инициалы коллектора. Каждому образцу присваивается уникальный гербарный номер (SYKO f). Бумажные конверты с образцами одного вида помещены в папки. Папки расположены в алфавитном порядке. Особую ценность коллекции представляет то, что большая часть сборов выполнена в труднодоступных и ранее никем не исследованных районах Урала на территориях Печоро-Илычского государственного природного заповедника и Национального парка «Югыд ва». В гербарии хранятся виды, известные для России только из Республики Коми [40, 41].

Основными задачами при работе с коллекцией грибов является продолжение инсерации образцов, получение фотографий инсерированных образцов и их ввод в базу данных.

Коллекция водорослей включает 12 300 фиксированных проб, 400 живых штаммов микроводорослей и цианопрокариот, документирующих более 1000 видов. Она представлена фиксированными пробами из водных местообитаний, небольшим гербарием водорослей-макрофитов, а также почвенно-альгологическими пробами. Общее число смешанных проб достигает 12 000. Коллекция диатомей представлена 5 100 пробами и 15 000 постоянных препаратов. Сформирована коллекция живых культур водорослей SYKOA (<https://ib.komisc.ru/sykoa>): более 400 альгологически чистых штаммов, выделенных в основном из почв северных регионов [42, 43], около 130 аутентичных штаммов водорослей из коллекции культур Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. Коллекция зарегистрирована во Всемирном каталоге коллекций культур микроорганизмов GCM (Global Catalogue of Microorganisms) Acronym: SYKOA, WDCM Number: 1125.

В коллекции представлены пробы водорослей из разнотипных водоемов бассейнов рек Печора, Ижма, Сысола, Вычегда и др., а также сборы из горных наземных и водных экосистем Большеземельской тундры, Полярного, Приполярного и Северного Урала, ряда арктических островов, арх. Шпицберген. Основные коллекторы: М.В. Гецен, Е.Н. Патова, А.С. Стенина, С.В. Вавилова, И.В. Новаковская, И.Н. Стерлягова, Ю.Н.Шабалина.

В коллекции водорослей представлен голотип одного вида зеленых водорослей, описанного с территории Приполярного Урала – *Mychonastes frigidus* sp. nov. Patova, Novakovskaya, Martynenko, Gusev, Kulikovskiy.

До начала реализации проекта «Гербарные фонды биологического разнообразия растений и грибов Коллекционного фонда Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН: модернизация, развитие и сетевое взаимодействие как основа фундаментальных исследований и совершенствования генетических технологий» (далее по тексту – Проект) была оцифрована большая часть этикеток коллекции мхов гербария SYKO. Было также оцифровано 600 образцов лишайников, относящихся к 250 видам (изображения внесены в базу данных «LICHEN»). По остальным группам растений и грибов целенаправленную оцифровку коллекций не проводили.

Реализация Проекта по соглашению № 075-15-2021-1056 позволит модернизировать, развить и включить гербарные фонды биологического разнообразия растений и грибов Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН в сеть биоресурсных коллекций, формируемых на базе Коллекционного фонда Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

В 2021 г., на первом этапе работ, согласно Договору № ЕП/29-10-21-3 о выполнении научно-исследовательских работ были выполнены:

- оцифровка 1500 гербарных листов (для сосудистых растений) или этикеток (для других групп);
- расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных для 800 образцов;
- инсерация 1000 единиц хранения.

На втором этапе работ (2022 г.) были **выполнены**:

- оцифровка 11 316 гербарных листов (для сосудистых растений) и этикеток (для других групп);
- расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных для 11 316 образцов;
- инсерация 4300 единиц хранения;
- размещение информации в базе данных GBIF и на сайте Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, подготовка отчета.

На третьем этапе работ (2023 г.) были запланированы:

- оцифровка 10 000 гербарных листов (для сосудистых растений) и этикеток (для других групп);
- расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных для 10 000

образцов;

- инсерция 1500 единиц хранения;
- размещение информации в базе данных GBIF и на сайте Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, подготовка отчета.

В отчете приведены результаты проведенных работ, полученные в 2023 г. Материалы, представленные в отчете, планируется использовать для подготовки научных публикаций и при ведении региональной Красной книги.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1 Методы исследований

1.1 Оцифровка (получение цифровых изображений) этикеток коллекции мохообразных гербария SYKO

Работа по оцифровке этикеток состояла из двух этапов.

Этап 1. Получение цифровых изображений этикеток.

Этап 2. Подготовка цифровых изображений этикеток: обрезка, повышение контрастности, отбраковка испорченных изображений.

Для выполнения первого этапа была собрана сканирующая система (рисунок 1) на основе устройства освещения этикетки и удержания фотоаппарата (в качестве фотоаппарата использовали смартфон HUAWEI VNS L21 с количеством эффективных пикселей основной камеры 13 Мп).



Рисунок 1 – Самодельное устройство для фотографирования этикеток с помощью смартфона

Этикетки фотографировали с использованием однородного синего фона, что позволяет выполнять кадрирование изображений (удаления лишних частей изображения) автоматически с помощью специального программного обеспечения. Этикетку располагали на поверхности свободно, фиксировали только расположение верхнего левого угла этикетки и положение сторон этикетки параллельно сторонам кадра.

Этикетки фотографировали и загружали в базу данных строго в той же последовательности, в которой они располагались в каталожном ящике. Такой прием, с одной стороны, упрощает контроль выполнения работы, с другой – позволяет упростить ввод названий видов, имен коллекторов и лиц, выполнивших идентификацию таксонов, либо ввод географических координат (в случае расположения этикеток по местам сбора коллекции).

Перед загрузкой в базу данных изображения этикеток кадрировали и повышали их контрастность. Данные задачи выполняли с помощью пакета программ ImageMagick (<https://imagemagick.org>) на компьютере под управлением операционной системы GNU/Linux. Кадрирование изображений (отсечение синего фона) выполняли с помощью команды:

```
find ./ -maxdepth 1 -name "*.jpg" \  
-exec ./multicrop2 -c 20,20 -f 30 -d 1500000 '{}' ./output/{}' \;
```

Повышение контрастности изображений выполняли с использованием скрипта autowhite (www.fmwconcepts.com/imagemagick/autowhite/index.php), разработанного Фредом Вейнхаусом (FredWeinhaus). Для пакетной обработки изображений данным скриптом использовали возможности команды find, входящей в базовый набор утилит UNIX-подобных операционных систем:

```
find ./ -name "*.jpg" -exec ./autowhite '{}' ./output/{}' \;
```

Обработанные таким образом изображения загружали в базу данных путем копирования файлов в каталог, определяемый настройками программы, отвечающей за взаимодействие с базой данных, и внесения записей в саму базу данных с помощью серии однотипных инструкций на языке SQL:

```
INSERT INTO `labels_labels` (`id`, `img_file`) VALUES (NULL,  
'label_img/16/IMG_20190731_213019.jpg');
```

Помимо основного изображения этикетки готовили его уменьшенную копию для ускорения процесса загрузки во время выполнения дешифровки этикеточных данных. Уменьшенные (до 800 пикселей в ширину) изображения получали с помощью команды:

```
mogrify -quality 80 -resize 800 *.jpg
```

1.2 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции мохообразных гербария SYKO

Информация, содержащаяся на этикетках, была разделена на три группы, в зависимости от скорости (простоты) их оцифровки и важности для описания находки вида.

Группа 1: дата сбора; название вида; имена коллекторов; имена лиц, выполнивших идентификацию видов; каталожный номер.

Группа 2: географические координаты места сбора.

Группа 3: описание местообитания; текстовое описание географического положения места сбора; дополнительные данные.

К основным этикеточным данным были отнесены данные группы 1 и данные группы 2.

Расшифровку основных этикеточных данных проводили с помощью программного обеспечения, разработанного нами ранее [44], предоставляющего возможность отдельного ввода и проверки корректности расшифровки каждого элемента этикеточных данных:

- ввод даты;
- ввод каталожного номера этикетки;
- ввод названий таксонов;
- ввод имен коллекторов и лиц, выполнивших идентификацию таксонов;
- набор форм для упрощения ввода географических координат;
- проверка корректности ввода даты;
- проверка корректности ввода каталожного номера;
- проверка корректности ввода названий таксонов;
- проверка корректности ввода имен коллекторов и лиц, выполнявших идентификацию таксонов.

Названия таксонов мохообразных, встречающихся на территории Республики Коми, были предварительно введены в отдельную таблицу-справочник.

Для повышения производительности труда оператора по определению и вводу географических координат использовали алгоритм, учитывающий особенности полевых работ по сбору образцов для гербария. Как правило, один и тот же сборщик в один и тот же день собирает образцы в местообитаниях, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга (радиус однодневных пеших маршрутов флористов и ботаников редко превышает 15 км). Значительное число образцов собирают в радиусе 20-100 м одной географической точки. Таким образом, если сгруппировать этикетки в группы по именам сборщиков и датам сбора, то этикетки внутри этих групп будут принадлежать образцам, собранным в одном и том же месте или вдоль определенного маршрута.

Описанный алгоритм работы был реализован с помощью серии форм. На первой форме оператор выбирал имя сборщика, этикетки которого он намерен обработать. Сборщики были отсортированы по числу этикеток, на которых указывалось их имена. Рядом с числом этикеток сборщика указывали число этикеток, для которых еще не были определены и введены географические координаты. Далее оператор переходил к следующей форме, на которой был приведен список годов и число этикеток, собранных данным коллектором в течение данного года. Выбрав год, оператор переходил к форме,

которая отображала этикетки одного сборщика, собранные в течение одного года, отсортированные по месяцам сбора. На этой форме приводились только те месяцы, для которых в базе данных были этикетки с незаполненными полями «широта» и «долгота».

Далее оператор выбирал один из месяцев и переходил к форме, разделенной горизонтально на две части. В верхней части отображались фотография этикетки, поля для ввода координат и даты сбора. Здесь же приводились справочные сведения: идентификатор текущей этикетки, обрабатываемый период (название месяца) и количество этикеток в данном периоде, которое еще осталось обработать. В нижней части выводился список этикеток, дата сбора которых максимально близка к дате сбора этикетки, отображаемой в верхней части формы, и для которых уже были указаны координаты. Каждая этикетка в списке была представлена ее уменьшенным изображением, которое увеличивалось при наведении на него курсора мыши. Рядом с изображением приводился идентификатор этикетки, дата сбора и кнопка, нажатие на которую позволяло скопировать координаты, указанные для текущей этикетки, в соответствующие поля этикетки в верхней части формы.

Проверку корректности дешифрованных сведений проводили путем просмотра изображений этикеток и сопоставленных с ними этикеточных данных. Для каждой этикетки после просмотра расшифрованных сведений сохраняли следующую дополнительную информацию по каждому из проверенных полей: проводилась ли проверка данной этикетки; требуется ли корректировка сведений о данной этикетке. Оператор, работавший над вводом географических координат, имел возможность корректировать дату сбора образца. Сопоставляя данные о местонахождении находки, сделанной определенным сборщиком, и датой указанной, на этикетке, он мог выявить ошибки не только оператора, введшего даты в базу данных, но и те ошибки в датах, которые были допущены при заполнении бумажной этикетки.

1.3 Оцифровка (получение цифровых изображений) гербарных образцов коллекции сосудистых растений гербария SYKO

Для оцифровки гербарных листов использована установка (рисунок 2), собранная в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН согласно рекомендациям, опубликованным [45]. Фотографирование гербарных образцов проводили на цифровую камеру Canon 250D, оснащенную штатным объективом (18-55mm IS STM). CMOS-матрица фотоаппарата позволила получить изображения гербарных листов с разрешением 292 точек на дюйм. На гербарный лист были помещены цветовая шкала и масштабная линейка (рисунок 3).



Рисунок 2 – Внешний вид установки для оцифровки гербарных листов



Рисунок 3 – Компоновка гербарного листа при сканировании

Полученные изображения были обработаны в программе Gimp. Обработка изображений включала: повышение контрастности, обрезку краев, копирование этикеточных данных в отдельное изображение. Для гербарных листов, имеющих стандартный (A3) формат обработку проводили автоматически с помощью серии команд программы ImageMagick (<https://imagemagick.org>).

В настоящее время в гербарии SYKO не используются штриховые коды, позволяющие автоматически привязывать изображения гербарных листов к их каталожным номерам. Для расшифровки номеров гербарных листов использовали программное обеспечение «Турбоэтикетки» собственной разработки, значительно упрощающее процесс расшифровки этикеточных данных оператором. Информация о номере гербарного листа, распознанная в приложении «Турбоэтикетки» позволила автоматически привязать

изображения гербарных листов к соответствующим записям об этикетках в базе данных Гербария SYKO (часть АИС «ADONIS»).

1.4 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции сосудистых растений гербария SYKO

Информация, содержащаяся в этикетках на гербарных листах сосудистых растений, внесена в Электронную базу данных Гербария SYKO (часть АИС «ADONIS», <http://ib.komisc.ru:8008/adonis/admin/>). В данный момент база доступна для работы только сотрудникам Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Информация с этикетки, вносимая в базу данных включает: название вида, каталожный номер, дату сбора, имена коллекторов, имена лиц, выполнивших идентификацию видов, географические координаты места сбора, описание местообитания, текстовое описание географического положения места сбора и дополнительные данные с гербарной этикетки при их наличии. В результате заполнения полей базы формируется электронная этикетка (рисунок 4). В базу данных также загружается цифровое изображение отсканированного гербарного листа.

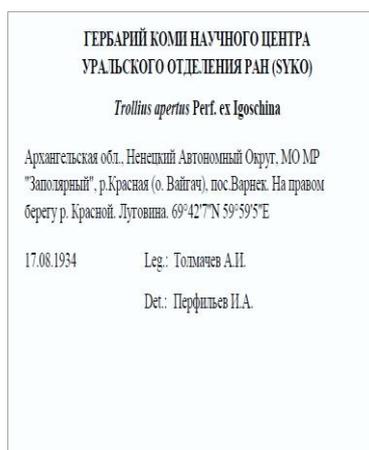


Рисунок 4 – Сформированная в базе данных «Адонис» электронная гербарная этикетка

1.5 Оцифровка (получение цифровых изображений) этикеток коллекций грибов и лишайников гербария SYKO

Образцы коллекций лишайников и грибов хранятся гербарных пакетах одного типа с этикетками, наклеенными на лицевую часть пакетов. Оцифровку этикеток проводили путем фотографирования гербарных пакетов на установке, аналогичной описанной в разделе 1.1. Пакеты фотографировали по 2-4 штуки за один раз, располагая их на подложке синего цвета. Контрастный (по отношению к цвету пакетов) цвет фона позволил выполнить автоматическое кадрирование и сохранение изображений отдельных пакетов. Для выполнения этих операций применяли программное обеспечение, описанное в разделе 1.1.

1.6 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции грибов гербария SYKO

С момента создания коллекции грибов гербария SYKO все сведения об образцах вводили в электронную таблицу в формате Microsoft Excel (реестр образцов). Этикетки готовили к печати в программе Microsoft Word с помощью функции «Слияние», которая позволяет автоматически заполнять шаблоны документов сведениями из электронных таблиц.

Для привязки изображений гербарных пакетов к записям в электронной таблице, содержащей этикеточные данные, использовали веб-приложение «Турбоэтикетки» функционирующее на основе принципов, изложенных в разделе 1.2. Изображения гербарных пакетов загружали в специальный каталог на веб-сервере ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, доступ к которому был предоставлен приложению «Турбоэтикетки». Для расшифровки этикеточных данных коллекции грибов использовали только одну форму, предназначенную для сопоставления изображений с каталожным номером образца. Расшифрованные каталожные номера позволили автоматически добавить в электронную таблицу с реестром образцов дополнительное поле, содержащее интернет-адрес (URL) изображения гербарного пакета на веб-сервере ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

1.7 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции лишайников гербария SYKO

Информация, содержащаяся в этикетках, закрепленных на пакетах с образцами лишайников, внесена в соответствующий раздел Электронной базы данных Гербария SYKO (часть АИС «ADONIS»). В данный момент база доступна для работы только сотрудникам Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Информация с этикетки, вносимая в базу данных на двух языках (русском и английском) включает: название вида, описание географического положения места сбора и местообитания, субстрат, на котором был собран лишайник, географические координаты места сбора, дату сбора, имена коллектора и лица, выполнившего идентификацию вида, номер образца. В результате заполнения полей базы формируется электронная этикетка (рисунок 5).

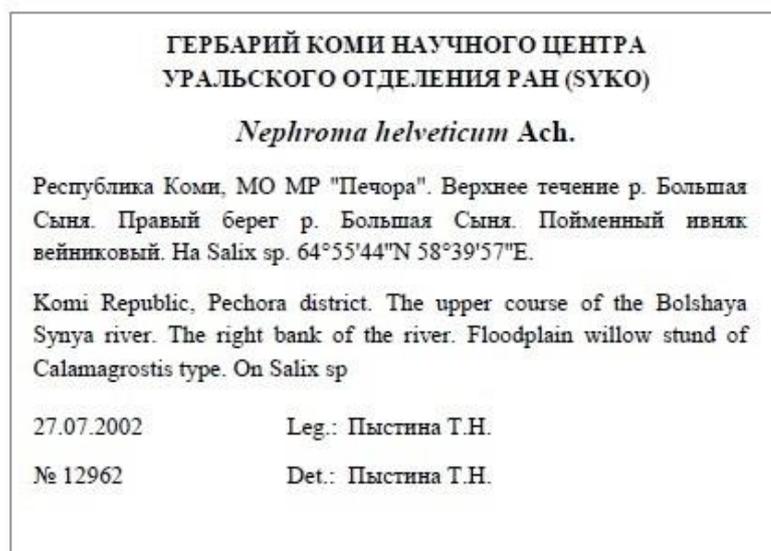


Рисунок 5 – Сформированная в базе данных «Адонис» электронная гербарная этикетка лишайника

Для загрузки изображений гербарных пакетов в базы данных Гербария СΥΚΟ применяли приложение «Турбоэтикетки», также как в случае оцифрованными изображениями пакетов коллекции грибов. Изображения, сопоставленные с каталожными номерами были автоматически привязаны к соответствующим записям в АИС «ADONIS».

1.8 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции водорослей гербария СΥΚΟ

Информация, содержащаяся на гербарных листах водорослей вносится в базу данных коллекции микроводорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СΥΚОА) (<https://ib.komisc.ru/sykoa>). Информация, с этикетки вносимая в базу данных включает: название вида, каталожный номер, дата сбора, имена коллекторов, имена лиц, выполнивших идентификацию видов, географические координаты места сбора, описание местообитания, текстовое описание географического положения места сбора и дополнительные данные с гербарной этикетки при их наличии. В базу данных также загружается цифровое изображение отсканированного гербарного листа. В результате заполнения полей базы формируется электронная этикетка, которая сопровождает цифровую фотографию гербарного листа.

1.9 Инсерция образцов в коллекции грибов, лишайников, водорослей, мохообразных, сосудистых растений гербария СΥΚΟ

Инсерция образцов в гербарий выполнена согласно Своду общих правил Гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН (https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/rules_herbarium.pdf).

Стандартная операционная процедура по регистрации и помещению вновь поступивших образцов в основной фонд включает следующие основные операции:

1 Регистрация образца в электронной базе данных и/или в журнале проведенных работ, которые ведут в каждом разделе гербария. Информация в базе данных соответствует содержанию этикетки, при необходимости вводят дополнительные сведения;

2 Образцы мохообразных, грибов и лишайников раскладывают по родам. Раскладку гербарных образцов одного вида сосудистых растений проводят по регионам европейского Северо-Востока и районам Республики Коми. Раскладку проб проводят водорослей по месту сбора проб;

3 Помещение образцов в фонд на постоянное хранение (инсерция), при необходимости в новые обложки (рубашки) с названием вида и/или географической информацией;

4 При невозможности определения до вида образцы помещают в конце системы соответствующего рода или семейства.

В базу данных инсерированных образцов включена информация в виде отдельных колонок: название гербария (SYKO), коллекция (сосудистые растения, мохообразные, водоросли, грибы, лишайники), размещение в фондах (основной фонд, дублетный фонд, обменный фонд, уральская коллекция), № образца, семейство, род, вид, авторский знак, дата сбора, дата поступления, коллектор (фамилия, инициалы), место работы коллектора, число листов, район сбора, основание для финансирования (ссылка на проект, грант, тему государственного задания и т.п.).

2 Результаты и их обсуждение

2.1 Оцифровка гербарных листов (для сосудистых растений) или этикеток (для других групп)

2.1.1 Оцифровка этикеток коллекции мохообразных гербария SYKO

Оцифровку этикеток коллекции мохообразных гербария SYKO выполняли для коллекции, в которой хранятся образцы печеночников. Для этих целей использовали копию этикетки, хранящуюся отдельно от гербарных единиц хранения. Этикетки образцов печеночников хранятся в гербарии группами, соответствующим датам и местам сбора образцов. Получено 4071 цифровых изображений этикеток коллекции мохообразных гербария SYKO. Формат изображений: JPEG. Средний размер изображений составил 2018x1770 пикселей, 702 Кб. Изображения этикеток были загружены в базу данных, хранящую этикеточные сведения, для последующей их расшифровки. Изображения доступны в сети Интернет: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/5_оцифровка_мохообразные_2023.xlsx

2.1.2 Оцифровка гербарных образцов сосудистых растений (гербария SYKO)

За отчетный период 2023 г. были оцифрованы вновь поступившие сборы 2020-2023 гг., а также гербарные образцы из основного фонда (всего 5441 лист), которым соответствует 4441 запись в БД гербария SYKO. Основной акцент в подготовке и оцифровке образцов из гербарного фонда был сделан на сосудистые споровые растения: Equisetophyta – 1675, Lycopodiophyta – 1401, Polypodiophyta – 782, Pinophyta – 8 образцов. Из отдела Magnoliophyta оцифровано 575 образцов, в основном из новых поступлений. Оцифрованные гербарные образцы представлены 349 таксонами из 78 семейств.

Оцифрованные образцы документируют флору Республики Коми (3428 шт.), Архангельской области и Ненецкого автономного округа (868 шт.), а также охватывают данные с территории Вологодской области (47 шт.), Тюменской области (28 шт.) и других регионов России.

Среди оцифрованных образцов имеются гербарные листы, представляющие историческую ценность: сборы И.А. Перфильева (19 шт.) за 1927-1934 гг. с территории Архангельской области (включая НАО), А.И. Толмачева (34 шт.) за 1930-1942 гг. с территории Республики Коми и Архангельской области. К наиболее старым можно отнести сборы 1898 г. А.А. Бялыницкого-Бируля с территории Архангельской губернии (3 шт.).

Изображения оцифрованных гербарных листов (рисунки 3, 6) доступны в сети Интернет: <https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp->

[content/uploads/2023/11/6_оцифровка_сосудистые_2023.xlsx](https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/6_оцифровка_сосудистые_2023.xlsx)

Для каждого фотоснимка гербарного листа выполнена цифровая обработка, поставлен штамп со ссылкой на выполняемый проект. Этикеточные данные по каждому образцу оцифрованы и внесены в электронную базу данных; при расшифровке этикеток выполнена геопривязка для каждого образца. Изображения гербарных листов были загружены в электронную базу данных Гербария SYKO (часть АИС «ADONIS»), хранящую этикеточные сведения.

Кроме того, проведена ревизия гербарных образцов видов семейства Орхидные Гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO) в количестве 470 шт., все гербарные листы оцифрованы с помощью цифровой фотокамеры. Для каждого фотоснимка гербарного листа выполнена цифровая обработка, поставлен штамп со ссылкой на выполняемый проект по гербариям. Этикеточные данные по каждому образцу оцифрованы и внесены в электронную базу данных, выполнена геопривязка каждого образца. Данные загружены на сайт Института биологии: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/7_оцифровка_семейство_орхидные_2023.xlsx



Рисунок 6 – Оцифрованный гербарный лист из коллекции основного фонда Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO).

2.1.3 Оцифровка гербарных образцов грибов

За отчетный период проведена оцифровка конвертов с образцами грибов, хранящихся в коллекции грибов гербария Института биологии SYKOf. Получено 1225 цифровых изображений конвертов с образцами грибов. Из них 582 образца – агарикоидные базидиомицеты и 643 – афиллофороидные базидиомицеты. Все оцифрованные образцы из группы агарикоидных базидиомицетов собраны на территории национального парка «Югыд ва», Республики Коми. Афиллофороидные базидиомицеты – сборы с различных районов Республики Коми и Ненецкого автономного округа. Формат изображений: JPEG. Цифровые изображения конвертов (рисунок 7) были загружены в электронную базу данных коллекции грибов SYKOf, хранящую этикеточные сведения, для последующей их расшифровки. Изображения оцифрованных образцов доступны в сети Интернет для агарикоидных базидиомицетов:

https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/1_оцифровка_агарикоидные_базидиомицеты_2023.doc

и для афиллофороидных базидиомицетов: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/2_оцифровка_афиллофороидные_базидиомицеты_2023.doc

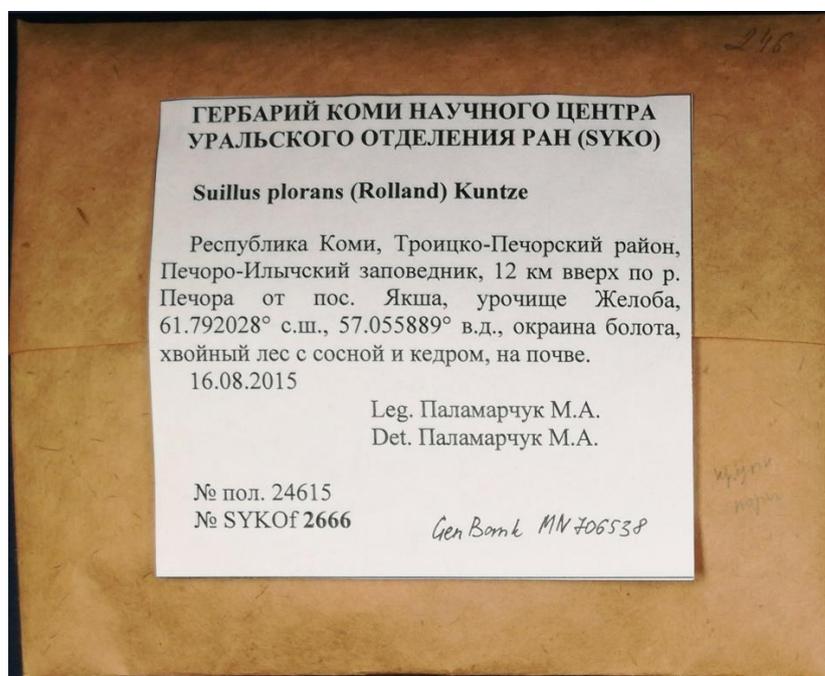


Рисунок 7 – Оцифрованный конверт из коллекции грибов гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKOf)

2.1.4 Оцифровка гербарных образцов лишайников

За отчетный период проведена оцифровка конвертов с образцами, хранящихся в

коллекции лишайников гербария Института биологии (SYKO). Получено 1350 цифровых изображений конвертов с образцами лишайников, в т.ч. 1350 образцов, подготовленных для инсерации. Формат изображений: JPEG. Цифровые изображения конвертов и этикеток (рисунок 8) были загружены в электронную базу данных (часть АИС «ADONIS»). Изображения доступны в сети Интернет: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/3_оцифровка_лишайники_2023.xls

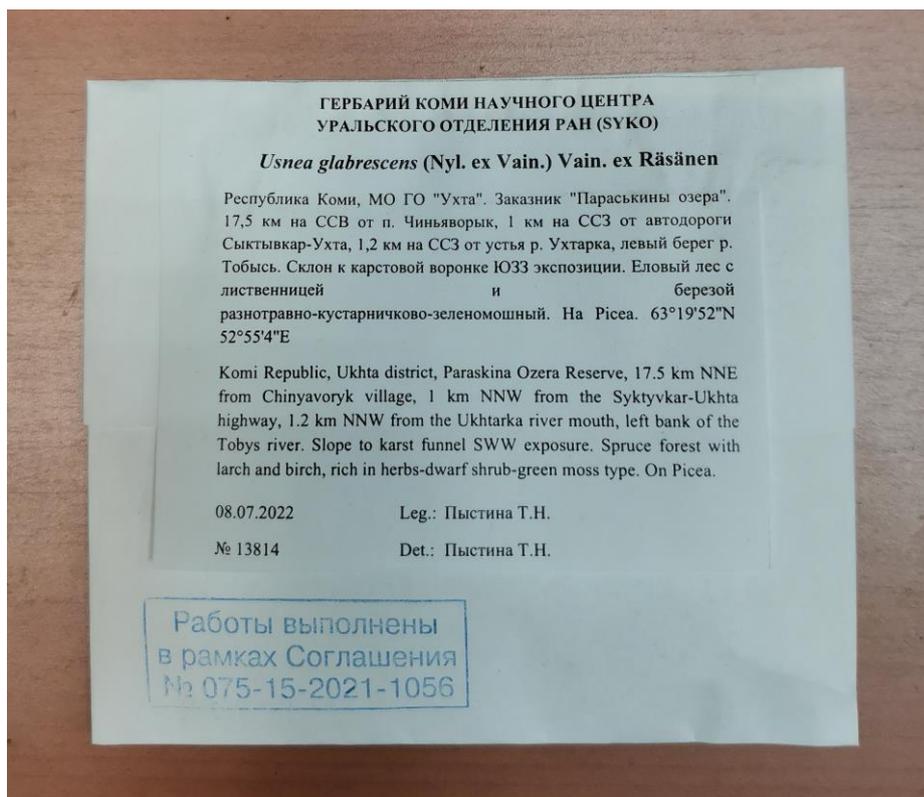
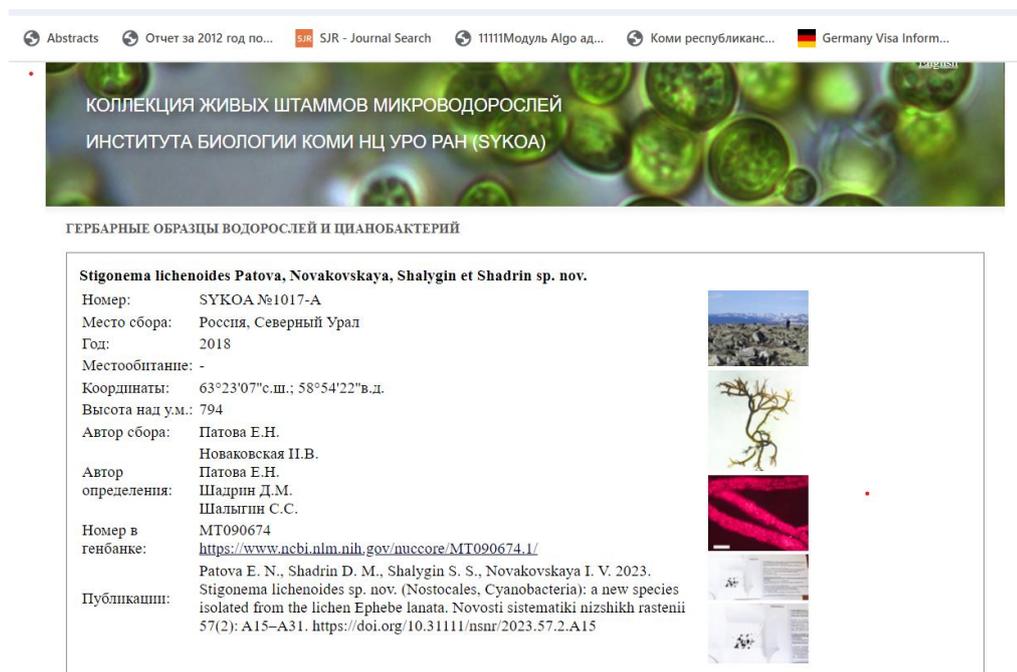


Рисунок 8 – Оцифрованный конверт из коллекции лишайников гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)

2.1.5 Оцифровка гербарных образцов водорослей

За отчетный период проведена оцифровка гербарных образцов и аутентичных штаммов, подготовленных для хранения в коллекции водорослей гербария Института биологии (SYKO). Получено 50 цифровых изображений водорослей и цианобактерий, а также этикеток с образцами водорослей, в том числе и пяти видов, описанных впервые для науки. Формат изображений: JPEG. Цифровые изображения водорослей конвертов и этикеток (рисунок 9) были загружены в электронную базу данных Коллекция живых штаммов микроводорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Sykoa) (<https://ib.komisc.ru/sykoa>). Изображения доступны в сети Интернет

https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/4_оцифровка_водоросли_2023.xlsx



COLLEZIONE DI CIBAZIONE DI MICROALGHE
INSTITUTO DI BIOLOGIA DI KOMI N.C. URO RAN (SYKOA)

ГЕРБАРИЙНЫЕ ОБРАЗЦЫ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ

***Stigonema lichenoides* Patova, Novakovskaya, Shalygin et Shadrin sp. nov.**

Номер: SYKOA №1017-A
Место сбора: Россия, Северный Урал
Год: 2018
Местообитание: -
Координаты: 63°23'07"с.ш.; 58°54'22"в.д.
Высота над у.м.: 794
Автор сбора: Патова Е.Н.
Новиковская И.В.
Автор определения: Патова Е.Н.
Шадрин Д.М.
Шалыгин С.С.
Номер в генобанке: MT090674
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/MT090674.1/>
Patova E. N., Shadrin D. M., Shalygin S. S., Novakovskaya I. V. 2023. *Stigonema lichenoides* sp. nov. (Nostocales, Cyanobacteria): a new species isolated from the lichen *Ephebe lanata*. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 57(2): A15–A31. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2023.57.2.A15>

Рисунок 9 – Пример оцифрованного образца из коллекции гербария SYKOA

2.2 Расшифровка и внесение в базы данных основных этикеточных данных

2.2.1 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных коллекции мохообразных гербария SYKO

Расшифрована и внесена в базу данных информация о 4071 этикетке коллекции мохообразных гербария Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (SYKO). Для каждой из оцифрованных этикеток в базу данных были внесены основные этикеточные данные:

- дата сбора образца,
- каталожный номер, под которым хранится этот образец в гербарии SYKO,
- имена специалистов собравших и идентифицировавших таксоны,
- географические координаты места сбора,
- названия таксонов.

Расшифровка этикеточных данных позволяет не только резко упростить анализ первичной информации о биоразнообразии, но и выявить недочеты при оформлении этикеток и инсерации образцов коллекции. Так, например, нами были выявлены 2 этикетки без указания каталожного номера. В дальнейшем эта информация будет использована нами

для совершенствования процессов управления гербарными коллекциями. Сведения о расшифрованных этикетках доступны на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2022/11/4_расшифровка_мохообразные_2022.xlsx

2.2.2 Расшифровка и внесение в базы данных основных этикеточных данных с гербарных листов коллекции водорослей SYKOa

За отчетный период проведена расшифровка 50 оцифрованных гербарных образцов и этикеточных данных, подготовленных для хранения в коллекции в коллекции водорослей гербария Института биологии (SYKO). Сведения о расшифрованных этикетках доступны на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/4_расшифровка_водоросли_2023.xlsx

2.2.3 Расшифровка и внесение в базы данных основных этикеточных данных с гербарных листов коллекции сосудистых растений гербария SYKO

За отчетный период 2023 г. все оцифрованные гербарные образцы (5441 шт.) из основного фонда расшифрованы и внесены в Электронную базу данных Гербария SYKO (часть АИС «ADONIS») (<https://adonis.ib.komisc.ru>). Им соответствует 4441 запись в БД гербария SYKO. Информация с оцифрованного гербарного листа включает: название вида, каталожный номер, дату сбора, имена коллекторов, имена лиц, выполнивших идентификацию видов, географические координаты места сбора, описание местообитания, текстовое описание географического положения места сбора и дополнительные данные с гербарной этикетки при их наличии. В результате заполнения полей базы формируется электронная этикетка (рисунок 4). В базу данных загружены оцифрованные изображения гербарных листов и этикеток, расположенных на них.

Сведения о расшифрованных этикетках типовых образцов доступны на веб сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/6_рашифровка_сосудистые_2023.xlsx

Расшифрованы и внесены в электронную базу данных этикеточные данные по каждому из 470 гербарных образцов орхидных, хранящихся в основном фонде гербария SYKO. на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/7_расшифровка_семейство_орхидные_2023.xlsx

Публикация полученной информации произведена на международной цифровой платформе GBIF (Global Biodiversity Information Facility, <https://www.gbif.org/>). Опубликована информация о распространении двух видов орхидных (*Platanthera bifolia*

(L.) Rich. и *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.) на территории Республики Коми (два датасета). В каждой публикации имеется ссылка на выполняемый проект по гербариям и ссылка на госзадание отдела Флоры и растительности Севера ИБ Коми НЦ УрО РАН. Каждый датасет объединяет набор образцов (occurences) с максимально возможной информацией о местонахождении, координатах, об авторах сбора и т.д. К каждому образцу привязан цифровой вариант гербарного листа.

Сведения об опубликованных датасетах представлен ниже:

Kirillov D., Kirillova I. (2023). *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/h5wqjn> accessed via GBIF.org on 2023-11-16.

<https://www.gbif.org/dataset/89be14eb-550c-4b11-816e-4c979c8b0321>

Kirillov D., Kirillova I. (2023). *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/eas584> accessed via GBIF.org on 2023-11-16.

<https://www.gbif.org/dataset/0045633d-6abf-476b-9f76-9f1eff486d5c>

Сведения доступны на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН:И https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/7_расшифровка_семейство_орхидные_2023.xlsx

2.2.4 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных с конвертов с образцами грибов коллекции гербария SYKOf

Расшифрована и внесена в базу данных информация о 1225 изображений с конвертами образцов грибов, хранящихся в коллекции грибов гербария Института биологии (SYKOf). Из них 582 образца – агарикоидные базидиомицеты и 643 – афиллофороидные базидиомицеты. Информация с этикетки, вносимая в базу данных включает: название вида, местонахождение с географическими координатами, местообитание, субстрат, дату сбора, фамилии коллектора и специалиста, определившего данный образец, полевой и гербарный номера. В базу данных также загружается цифровое изображение сфотографированного гербарного конверта. Данная информация также доступна на веб сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН:

https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/1_расшифровка_агарикоидные_базидиомицеты_2023.xls

https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/2_расшифровка_афиллофороидные_базидиомицеты_2023.xlsx

На основании полученной информации с оцифрованных конвертов с образцами грибов из Печоро-Илычского заповедника (426 образцов) обновлен и дополнен ранее опубликованный набор данных в Global Biodiversity Information Facility (GBIF) о находках агарикоидных базидиомицетов на территории Печоро-Илычского заповедника [53]. Набор данных включает 1270 записей. Материал был собран в ходе полевых работ в 2000–2020 гг. на территории Печоро-Илычского заповедника. Исследованиями были охвачены все растительные сообщества и высотные пояса, представленные на данной территории. Идентификацию собранного материала осуществляли в отделе флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Всего в Печоро-Илычском заповеднике обнаружено 453 вида и внутривидовых таксона агарикоидных базидиомицетов. Все они относятся к отряду Basidiomycota, классу Agaricomycetes. Выявленные виды принадлежат к пяти порядкам, из которых виды порядков Agaricales (362 вида, 992 образцов), Russulales (54 вида, 160 образцов), Boletales (33 вида, 104 образца) составляют около 99 % коллекции. Спектр ведущих семейств и родов в целом характерен для бореальных биот, о чем свидетельствует высокое видовое разнообразие семейств Cortinariaceae (12.7 %), Russulaceae (11.4%), Tricholomataceae (7.9 % от общего видового разнообразия) и родов Cortinarius (8.6 %), Inocybe (5.5 %), Mycena (5.1 %), Russula (4.0 %) и Lactarius (3.8 %).

Афиллофороидные базидиомицеты были собраны на территории Республики Коми в Вуктыльском, Койгородском, Прилузском и Сыктывдинском районах. Основной коллектор – Косолапов Д.А. Большинство оцифрованных образцов относится к порядкам *Polyporales* (268 образцов), *Hymenochaetales* (134) и *Russulales* (77).

2.2.5 Расшифровка и внесение в базу данных основных этикеточных данных с конвертов с образцами лишайников коллекции гербария SYKO

Расшифрована и внесена в базу данных (часть АИС «ADONIS») информация с 1350 изображений этикеток с конвертов с образцами лишайников, подготовленных для инсерации и хранящихся в коллекции гербария Института биологии (SYKO). Общее число записей – 1618, поскольку часть образцов является многовидовыми (т.е. в одном конверте находится несколько видов лишайников). Информация с этикетки, вносимая в базу данных включает: название вида, местонахождение с географическими координатами, местообитание, субстрат, дату сбора, фамилии коллектора и специалиста, определившего данный образец, полевой и каталожный номера. В базу данных также загружается цифровое изображение сфотографированного гербарного конверта.

В 2023 году основу набора данных составили лишенологические сборы, выполненные в последние годы на территории национальных парков «Койгородский», «Югыд ва» и заказника «Параськины озера».

Сведения, полученные при расшифровке этикеток с гербарных образцов доступны для скачивания по ссылке https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/3_расшифровка_лишайники_2023.xls на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

2.3 Инсерация единиц хранения

2.3.1 Инсерация образцов в коллекцию грибов

За отчетный период инсерировано 854 образца грибов. В основном это базидиальные грибы (афиллофороидные и агариикоидные базидиомицеты) – 839 образцов, а также аскомицеты – 15 образцов. Все виды собраны на территории Республики Коми, в таких районах как Койгородский (497 образцов), Вуктыльский (233 образца), Сыктывдинский (79 образцов) и др. Основные коллекторы – М.А. Паламарчук, Д.А. Косолапов, Д.В. Кириллов. Авторы определений – М.А. Паламарчук, Д.А. Косолапов, Д.В. Кириллов. В базу данных инсерированных образцов включена информация в виде отдельных колонок: гербарий (SYKO), коллекция грибов, размещение в фондах, № образца, семейство, род, вид, авторский знак, дата сбора, дата поступления, коллектор (фамилия, инициалы), место работы коллектора, число листов, регион сбора, район сбора, основание для финансирования (ссылка на проект). Инсерированные образцы хранятся в отдельном помещении, выделенном для хранения коллекции грибов.

Сведения об инсерации внесены в журнал и электронную базу данных, информация доступна на веб сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/1_инсерация_грибы_2023.xls

Инсерированные образцы хранятся в отдельном помещении, выделенном для хранения коллекции грибов.

2.3.2 Инсерация образцов в коллекцию лишайников

За отчетный период инсерировано 1350 образцов лишайников (приложение). Образцы собраны преимущественно на территории Республики Коми (заказник «Параськины озера», 2020, 2022 гг.; национальный парк «Югыд ва», 2002 г.; национальный парк «Койгородский», 2021, 2022 гг. и др.), ЯНАО (Полярный Урал, 2020), Тверской и Калининградской областях (2021 г.). Основные коллекторы – Т.Н. Пыстина, Н.А. Семенова,

Д.И. Кудрявцева, И.Б. Амосова, Н.Н. Гончарова, А.Н. Панюков. Основные авторы определений – Т.Н. Пыстина, Н.А. Семенова.

Сведения об инсерции внесены в журнал и электронную базу данных, информация доступна на веб сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/2_инсерция_лишайники_2023.xls

Инсерированные образцы хранятся в отдельном помещении, выделенном для хранения коллекции лишайников.

2.3.3 Инсерция образцов в коллекцию мохообразных

За отчетный период инсерированы 1129 единиц хранения мохообразных.

Сборы мохообразных выполнены в 2009, 2012, 2013, 2020 и 2022 гг. на территории Республики Коми (МО МР «Усть-Цилемский» «Ижемский», «Корткеросский», «Усть-Куломский», «Койгородский» и МО ГО «Город Ухта») и Ненецкого автономного округа (Большеземельская тундра). Инсерированные образцы хранятся в отдельном помещении, выделенном для коллекции мохообразных.

Сведения об инсерции внесены в журнал и электронную базу данных, информация доступна на веб сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2022/11/3_инсерция_мохообразные_2022.xlsx

2.3.4 Инсерция образцов в коллекцию водорослей

За отчетный период инсерированы 50 единиц хранения для коллекции водорослей гербария Института биологии (SYKO). Сведения доступны на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/3_инсерция_водоросли_2023.xlsx

2.3.5 Инсерция образцов в коллекцию сосудистых растений

За отчетный период инсерировано 1200 гербарных образцов высших сосудистых растений, относящихся к 380 видам из 193 родов и 63 семейств. Основные коллекторы – Денева С.В., Канев В.А., Кириллова И.А., Кулюгина Е.Е., Панюков А.Н., Пыстина Т.Н., Романова И.А., Тетерюк Б.Ю., Тетерюк Л.В. В базу данных инсерированных образцов включена информация в виде отдельных колонок: гербарий (SYKO), коллекция сосудистых растений, размещение в фондах, номер образца, семейство, род, вид, авторский знак, дата сбора, дата поступления, коллектор (фамилия, инициалы), место работы коллектора, число листов, район сбора, основание для финансирования (ссылка на проект). Пример образца,

инсерируемого в коллекцию сосудистых растений, приведен на рисунке 3. Инсерируемые образцы хранятся в отдельном помещении, выделенном для хранения коллекции сосудистых растений.

Сведения об инсерации внесены в журнал и электронную базу данных, информация доступна на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: https://ib.komisc.ru/add/herbarium/wp-content/uploads/2023/11/5_инсерация_сосудистые_2023_г..xlsx

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целях развития сетевых биоресурсных коллекций выполнена оцифровка коллекционного фонда Научного гербария Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (СУКО) и инсерация новых образцов. На третьем этапе работ (2023 г.) планировалась оцифровка 10 000 гербарных образцов или этикеток, расшифровка и внесение в базы данных 10 000 этикеточных данных, инсерация 1500 гербарных образцов.

План третьего этапа научно-исследовательской работы выполнен в полном объеме. Оцифровано 4071 этикетка гербарных образцов мохообразных, 5441 гербарных листа сосудистых растений, 1225 образцов грибов и 1350 этикеток гербарных образцов лишайников). Основные этикеточные данные всех оцифрованных образцов расшифрованы и внесены в базу данных. Инсерировано более 4600 единиц хранения гербарных образцов (1235 – сосудистые растения, 1129 – мохообразные, 854 – грибы, 1350 – лишайники). Сведения об оцифрованных образцах, расшифрованных этикеточных данных и инсерируемых образцах внесены в электронные базы данных; информация доступна на веб-сайте гербария ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН https://ib.komisc.ru/add/herbarium/bin-project/bin_report_2023

На основании расшифрованной основной информации оцифрованных этикеток опубликованы в Global Biodiversity Information Facility (GBIF) информация о распространении двух видов орхидных (*Platanthera bifolia* (L.) Rich. и *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.) на территории Республики Коми [51,52], а также обновлен и дополнен ранее опубликованный набор данных о находках 1270 агарикоидных базидиомицетов на территории Печоро-Илычского заповедника [53].

Научные данные, полученные при реализации проекта, могут быть использованы при: осуществлении долговременного мониторинга разнообразия флор, лишено- и микобиот на европейском Северо-Востоке; составлении карт ареалов сосудистых растений, мхов, печёночников, водорослей, грибов и лишайников, кадастров мест произрастания

редких видов растений и грибов (включая лишайники); ведении «Красной книги Республики Коми»; подготовке публикаций, в том числе монографических сводок, атласов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Флора Северо-Востока европейской части СССР. – Л.: Наука, 1974. Т. I. 257 с.
- 2 Флора Северо-Востока европейской части СССР.– Л.: Наука, 1976. Т. II. 316 с.
- 3 Флора Северо-Востока европейской части СССР.– Л.: Наука, 1976. Т. III. 293 с.
- 4 Флора Северо-Востока европейской части СССР.– Л.: Наука, 1977. Т. IV. – 312 с.
- 5 Лавренко, А. Н. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника. / А. Н. Лавренко, З. Г. Улле, Н. П. Сердитов. – СПб. : Наука, 1995. – 255 с.
- 6 Леса Республики Коми / Под ред. Г. М. Козубова и А. И. Таскаева. – М. : Изд.-во продюсерский центр «Дизайн. Информация. Картография», 1999. – 332 с.
- 7 Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») / С. В. Дегтева, Р. Бришкайте, Н. Н. Гончарова, Ю. А. Дубровский, А. А. Дымов, М. В. Дулин, В. В. Елсаков, Е. В. Жангуров, Г. В. Железнова, В. А. Канев, Д. В. Кириллов, И. А. Кириллова, И. А. Козлова, Е. Е. Кулюгина, В. А. Мартыненко, И. В. Новаковская, Л. Я. Огородовая, М. А. Паламарчук, В. Д. Панова, Е. Н. Патова, И. И. Полетаева, А. М. Пыстин, Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова, А. С. Стенина, И. Н. Стерлягова, Б. Ю. Тетерюк, Л. В. Тетерюк, Л. Н. Тикушева, Я. Херманссон, Ю. Н. Шабалина, Т. П. Шубина, В. М. Щанов ; отв. ред. С. В. Дегтева. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 483 с.
- 8 Красная Книга Республики Коми. – М., 1998. – 528 с.
- 9 Красная книга Республики Коми / под ред. А.И. Таскаева. – Сыктывкар, 2009. –791 с.
- 10 Красная книга Республики Коми / под общей редакцией С. В. Дёгтевой. – Сыктывкар : Коми республиканская типография, 2019. – 768 с.
- 11 Херманссон, Я. Лишайники Печоро-Илычского заповедника / Я. Херманссон, Д. И. Кудрявцева // Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника. – Екатеринбург, 1997. – С. 211–325.
- 12 Пыстина Т. Н., Херманссон Я., Кустышева А. А. Новые данные о распространении редкого вида *Leptogium rivulare* (Collemataceae, Lichenes) / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон, А. А. Кустышева // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84. – № 9. – С.126–131.
- 13 Пыстина, Т. Н. Лишайники таежных лесов европейского Северо-Востока (подзоны южной и средней тайги) / Т. Н. Пыстина; отв. ред. М. А. Магомедова. – Екатеринбург, 2003. – 240 с.
- 14 Ценоотическая и флористическая структура лиственных лесов европейского Севера / Под ред. С. В. Дегтевой. – СПб. : Наука, 2001. – 269 с.

15 Плюснин, С. Н. Кустистые и листоватые лишайники / С. Н. Плюснин // Биоразнообразие экосистем Полярного Урала. – Сыктывкар, 2007. – С. 125–142.

16 Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 1: Наземные и водные экосистемы государственного природного заказника Сэбысь / С. В. Дегтева, Т. В. Евдокимова, А. А. Естафьев, Г. В. Железнова, А. Б. Захаров, В. А. Канев, Д. А. Косолапов, С. К. Кочанов, В. В. Мокиев, Т. С. Осипова, А. Н. Петров, Т. Н. Пыстина, Б. Ю. Тетерюк, Л. В. Тетерюк, Т. П. Шубина; ред. С. В. Дегтева. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2004. – 128 с.

17 Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 2: Охраняемые природные комплексы Вычегодско-Мезенской оавнины / Б. И. Груздев, С. В. Дегтева, М. В. Дулин, Г. В. Железнова, В. А. Канев, А. Н. Королев, Д. А. Косолапов, С. К. Кочанов, А. А. Кустышева, О. Н. Лискевич, В. А. Мартыненко, А. Н. Петров, И. И. Полетаева, Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова, Л. В. Тетерюк, Т. П. Шубина; ред. С. В. Дегтева. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2005. – 172 с.

18 Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 5: Особо охраняемые природные территории Притиманья (Ухтинский и Сосногорский районы) / Н. Н. Гончарова, С. В. Дегтева, Ю. А. Дубровский, М. В. Дулин, Г. В. Железнова, О. В. Золотов, В. А. Канев, Д. А. Косолапов, С. К. Кочанов, О. И. Кулакова, Т. Н. Пыстина, А. А. Колесникова, А. Г. Татаринов, Б. Ю. Тетерюк, Л. В. Тетерюк, Т. П. Шубина; ред. С. В. Дегтева. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2007. – 212 с.

19 Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 4: Охраняемые природные комплексы Тимана (Часть II). Комплексный ландшафтный заказник «Белая Кедрва» / С. В. Денева, Л. В. Тетерюк, Т. Н. Пыстина, Г. В. Железнова, Б. Ю. Тетерюк, А. Н. Королев, Н. П. Селиванова, А. А. Колесникова, С. Н. Пестов, А. Н. Зиновьева, Н. И. Филиппов; ред. С. В. Дегтева. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2007. – 208 с.

20 Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 7: Природные комплексы заказника «Хребтовый» / С. В. Дегтева, И. В. Демина, Р. Бришкайте, Е. В. Жангуров, А. А. Колесникова, С. К. Кочанов, О. И. Кулакова, Е. Е. Кулюгина, О. А. Лоскутова, Е. Н. Мелехина, Е. Н. Патова, И. И. Полетаева, В. И. Пономарев, Е. А. Порошин, Т. Н. Пыстина, М. Д. Сивков, А. А. Таскаева, А. Г. Татаринов; ред. С. В. Дегтева. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2010. – 140 с.

21 Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 8: Комплексный ландшафтный заказник «Адак» / А. И. Антошкина, С. В. Вавилова, С. В. Денева, Г. В. Железнова, А. Н. Королев, Т. П. Митюшева, Н. А. Морозов, Е. Н. Патова, В. И. Пономарев, Т. Н. Пыстина, Н. П. Селиванова, А. С. Стенина, Б. Ю. Тетерюк, Л. В. Тетерюк, Л. Г. Хохлова, П. П. Юхтанов; ред. С. В. Дегтева, Е. М. Лаптева. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2015. – 200 с.

22 Hermansson, J. Calicioid lichens and fungi in the Komi Republic, Russia / J. Hermansson, T. N. Pystina // *Acta Univ. Ups. Symb. Bot. Ups.* – 2004. – Vol. 34. – N 1. – P. 97–105.

23 Херманссон, Я. Лишайники среднего течения реки Илыч / Я. Херманссон, Т. Н. Пыстина // *Труды Печоро-Илычского заповедника*. Вып. 14. – Сыктывкар, 2005. – С. 76–87.

24 Херманссон, Я. Биота лишайников бассейна нижнего и среднего течения реки Цильма (Республика Коми / Я. Херманссон, Т. Н. Пыстина // *Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана : Доклады II Всероссийской конференции, (3-7 июня 2013 г., г. Сыктывкар)*. – Сыктывкар : Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2013. – С. 237-254.

25 Walker, T. R. The first record of *Ramalina obtusata* in the Komi Republic, north-eastern European Russia / T. R. Walker, T. N. Pystina // *Graphis Scripta*. – 2005. – N 17. – P. 48–51.

26 Лишайники и лишенофильные грибы Печоро-Илычского заповедника / Я. Херманссон, Т. Н. Пыстина, Б. Ове-Ларссон, М. П. Журбенко; под ред. Г. П. Урбанавичуса. – М., 2006. – 79 с. – (Флора и фауна заповедников. Вып. 109).

27 Пыстина, Т. Н. Видовое разнообразие цианобионтных лишайников и их азотфиксирующая активность на территории Республики Коми / Т. Н. Пыстина, Г. Г. Романов // *Ботанический журнал* – 2010. – Т. 95. – № 2. – С. 177–187.

28 Zhurbenko, M. P. *Endococcus incrassatus* new to Eurasia and some other lichenicolous fungi from the Komi Republic of Russia / M. P. Zhurbenko, J. Hermansson, T. N. Pystina // *Graphis Scripta*. – 2012. – Vol. 24. – P. 36–39.

29 Zhurbenko, M. Lichenicolous fungi from the Komi Republic of Russia. II / M. Zhurbenko, J. Hermansson, T. Pystina // *Folia Cryptogramma Estonica*. – 2012. – Vol. 49. – P. 89–91.

30 Пыстина, Т. Н. Разнообразие лишайников Республики Коми: важнейшие итоги и перспективы дальнейших исследований / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон // *Современная ботаника в России // Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна : Труды XIII Съезда ботанического общества и конференции (Тольятти, 16-22 сентября 2013)*. Т.1: Эмбриология. Структурная ботаника.

Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. Палеоботаника. Биосистематика. – Тольятти : Кассандра, 2013. – С. 205–207.

31 Бончук, А. Н. Электронный гербарий лишайников: достижения и перспективы / А. Н. Бончук, Т. Н. Пыстина // Естественно-научные и технико-технологические проблемы Севера : материалы Первого социально-экологического конгресса (Сыктывкар, 21-22 апреля 2005 г.). – Сыктывкар : КРАГСиУ, 2006. – С. 14–18.

32 Пыстина, Т. Н. Анализ сведений о распространении эпифитного лишайника *Lobaria pulmonaria* (на основе базы данных «ADONIS») / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях : тезисы докладов международной научно-практической конференции (Апатиты, Мурманская область, 28-31 марта 2017 г.). – Апатиты, 2017. – С. 108–110.

33 Котелина, Н. С. Дары тайги / Н. С. Котелина, З. Г. Улле. – Сыктывкар, 1974. – 52 с.

34 Котелина, Н. С. Грибы тайги и тундры / Н. С. Котелина. – Сыктывкар, 1990. – 128 с.

35 Котелина Н. С. Ресурсы грибов / Н. С. Котелина // Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми. – М., 2000. – С. 372–384.

36 Косолапов, Д. А. Афиллофороидные грибы среднетаежных лесов Европейского Северо-Востока России / Д. А. Косолапов. – Екатеринбург, 2008. – 229 с.

37 Паламарчук, М. А. Агарикоидные базидиомицеты Печоро-Ильчского заповедника (Северный Урал) / М. А. Паламарчук. – Сыктывкар, 2012. – 152 с.

38 Паламарчук, М. А. Итоги и перспективы микологических исследований в Республике Коми / М. А. Паламарчук, Д. А. Косолапов // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2012. – № 5. – С. 37–42.

39 Гербарное дело: справочное руководство / ред. Д. В. Гельтман. – Кью: Королевский ботанический сад, 1995. – 341 с.

40 Паламарчук, М. А. Редкие и новые для России виды агарикоидных базидиомицетов Приполярного Урала / М. А. Паламарчук, Д. В. Кириллов // Микология и фитопатология. – 2016. – Т. 50. – Вып. 3. – С. 156–164.

41 Паламарчук, М. А. Новые для России виды агарикоидных базидиомицетов из национального парка «Югыд ва» (Приполярный и Северный Урал) / М. А. Паламарчук, Д. В. Кириллов // Новости систематики низших растений. – 2018. – Т. 52(1). – С. 123–131.

42 Новаковская, И. В. Коллекция живых штаммов микроводорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН и перспективы ее использования / И. В. Новаковская, Е. Н. Патова // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2012. – № 2 (10). – С. 36–41.

43 Новаковская, И. В. Цианопрокарियोты в коллекции живых культур Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СΥΚΟА) / И. В. Новаковская, Е. Н. Патова // Прикладная экология Севера. – 2016. – № 7/2016 (41). – С. 112-119.

44 Приемы повышения производительности труда при оцифровке этикеточных данных биологических коллекций. Опыт мобилизации данных коллекции мохообразных гербария СΥΚΟ [Электронный ресурс] / И. Ф. Чадин, Т. П. Шубина, Г. В. Железнова, Г. А. Литвиненко, М. Д. Рубцов // Препринт на сайте ResearchGate.net. – 2019. – Режим доступа: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.21925.24803>.

45 Davis, C. C. et al. Back to the future: A refined single-user photostation for massively scaling herbarium digitization / C. C. Davis, J. A. Kennedy, C. J. Grassa // TAXON. – 2021. – V. 70. – N 3. – P. 635–643.

46 Kirillov D, Kirillova I (2022). *Dactylorhiza viridis* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/yc9hcv> (<https://www.gbif.org/dataset/ec250380-8b59-4a85-8c43-a108a0f7bad3>)

47 Kirillov D, Kirillova I (2022). *Corallorhiza trifida* Châtel. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/kkjgzz> (<https://www.gbif.org/dataset/a2b3bc56-b824-4168-8ffa-9271c7afe691>)

48 Kirillov D, Kirillova I (2022). *Goodyera repens* (L.) R.Br. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Version 1.3. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/cw4y8r> (<https://www.gbif.org/dataset/7f99e93e-658f-45fb-bb46-ff37bc31789a>)

49 Kirillov D, Kirillova I (2022). Genus *Neottia* Guett. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/9g9qr4> (<https://www.gbif.org/dataset/be42087f-7625-4862-a9c6-978448a1a4d6>)

50 Palamarchuk M, Kirillov D (2022). Fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) of the Yugyd va National Park (Subpolar and Northern Urals, Russia). Version 1.2. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/2nvarx> accessed via GBIF.org on 2022-05-12. (<https://www.gbif.org/dataset/a78317dc-7b4c-467d-b67b-b8699a0878ca>)

51 Kirillov D., Kirillova I. (2023). *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian

Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/h5wqjn> accessed via GBIF.org on 2023-11-16. <https://www.gbif.org/dataset/89be14eb-550c-4b11-816e-4c979c8b0321>

52 Kirillov D., Kirillova I. (2023). *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (Orchidaceae) in the Komi Republic. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/eas584> accessed via GBIF.org on 2023-11-16. <https://www.gbif.org/dataset/0045633d-6abf-476b-9f76-9f1eff486d5c>

53 Palamarchuk M, Kirillov D (2023). Fungi (agaricoid basidiomycetes) of the Pechoro-Ilych reserve (Komi Republic, Russia). Version 1.2. Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/o9jk3m> accessed via GBIF.org on 2023-11-17.