

DOI 10.54596/2958-0048-2024-1-17-27

УДК 635.91.074

МРНТИ 34.29.15

**СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА СОЗДАНИЯ
ЭЛЕКТРОННОГО ГЕРБАРИЯ В КАЗАХСТАНЕ**
Романчук В.В.^{1*}, Мадиева А.Н.², Тлеубергенова Г.С.¹

^{1*}*Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева,
Петропавловск, Республика Казахстан*

²*Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Республика Казахстан*
**E-mail: romanчук221193@mail.ru*

Аннотация

Современная наука динамично развивается, повсеместно наблюдается интеграция информационных технологий в другие научные области. Данные новшества коснулись и гербарного дела. Цифровые технологии открывают новые направления для работы Гербариев. В статье показана актуальность оцифровки ботанических коллекций и создания базы данных электронного гербария. Приводится обзор Казахских учреждений, осуществляющих деятельность в данном направлении. Обозначены основные задачи, успешное решение которых позволит значительно преуспеть в создании виртуального гербария в стране.

Ключевые слова: гербарий, гербарный фонд, электронный гербарий, гербарная коллекция, база данных, акроним, ботанический сад, GBIF.

**ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ГЕРБАРИЙ ҚҰРУ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ
ЖАҒДАЙЫ**

Романчук В.В.^{1*}, Мадиева А.Н.², Тілеубергенова Г.С.¹

^{1*}*М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
Петропавл, Қазақстан Республикасы*

²*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,
Қарағанды, Қазақстан Республикасы*
**E-mail: romanчук221193@mail.ru*

Аңдатпа

Қазіргі ғылым қарқынды дамып келеді, ақпараттық технологиялардың басқа ғылыми салаларға интеграциясы барлық жерде байқалады. Бұл инновациялар гербарий ісіне де әсер етті. Цифрлық технологиялар гербарий жұмысының жаңа бағыттарын ашады. Мақалада ботаникалық коллекцияларды цифрландырудың және электронды гербарий дерекқорын құрудың өзектілігі көрсетілген. Осы бағыттағы қызметті жүзеге асыратын қазақстандық мекемелерге шолу жасалады. Мақалада негізгі міндеттер көрсетілген, оларды сәтті шешу елде виртуалды гербарий құруда айтарлықтай жетістікке жетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: гербарий, гербарий қоры, электронды гербарий, гербарий жинағы, мәліметтер базасы, аббревиатура, ботаникалық бақ, GBIF.

THE ISSUE STATUS OF CREATING
ELECTRONIC HERBARIUM IN KAZAKHSTAN

Romanchuk V.V.^{1*}, Madieva A.N.², Tleubergenova G.S.¹

^{1*}*M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan*

²*E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Republic of Kazakhstan*

**E-mail: romanchuk221193@mail.ru*

Abstract

Modern science is dynamically developing, the integration of information technology into other scientific fields is observed everywhere. These innovations have touched the herbarium field as well. Digital technologies open new directions for the work of Herbaria. The article shows the relevance of digitisation of botanical collections and the creation of a database of electronic herbarium. The review of Kazakhstan institutions carrying out activities in this direction is given. The main problems are outlined, successful solution of which will allow to succeed in creating a virtual herbarium in the country.

Key words: herbarium, herbarium fund, electronic herbarium, herbarium collection, database, acronym, botanical garden, GBIF.

Введение

Гербарий¹ — это научное учреждение, такое же, как библиотека или архив. Только в нём хранятся тщательно собранные, высушенные, научно документированные и этикетированные образцы растений. В настоящее время такие коллекции растений из разных регионов являются единственным источником подлинной информации о ботаническом разнообразии земного шара. Учёные узнавали и узнают о существовании тех или иных растений в определенном регионе по коллекциям своих предшественников [1]. По состоянию на 1 декабря 2018 года в мире насчитывается 3095 действующих Гербариев. В общей сложности Гербарии мира содержат примерно 387513053 образца, которые документируют растительность Земли за последние 400 лет [2].

Ботанические коллекции играют важную роль в изучении географического распространения видов, сохранении биоразнообразия, хранении справочного материала и составлении флористических списков. Появление гербария² способствовало бурному развитию географии, морфологии, систематики и экологии растений, позволило наглядно иллюстрировать словесные описания растений, а флористические данные стали проверяемыми [3].

Актуальным направлением деятельности Гербариев на сегодняшний день является цифровизация ботанических коллекций. Важность оцифровки гербарных коллекций прежде всего обусловлена необходимостью сохранения гербарных образцов, так как в результате многократных просмотров гербарные листья ветшают и как следствие становятся непригодными для дальнейшего хранения [4]. Существует также необходимость создания свободного и открытого доступа к столь обширному массиву данных.

¹ Гербарий – здание, в котором хранится коллекция засушенных растений, или учреждение, занимающееся организацией хранения коллекции и её обработки. В данном значении термин будет употребляться в статье с заглавной буквы – «Гербарий» [17].

² Гербарий – высушенное растение, или коллекция засушенных растений. В данном значении термин будет употребляться в статье со строчной буквы – «гербарий» [17].

Электронный гербарий способствует максимальному использованию имеющихся коллекционных фондов, сохранению образцов для будущих поколений исследователей, систематизации материала, инвентаризации, расширению научного контакта с коллегами сопредельных территорий и распространению научного продукта за пределы региона, что как следствие помогает решать задачи в области ботаники, систематики, таксономии, филогении, флористики, экологии, фармакологии, генетики [5].

Цифровой гербарий содействует учебному процессу, проведению педпрактики студентами, может применяться на школьных биологических олимпиадах. С использованием оцифрованного гербария могут проводиться такие учебные дисциплины как ботаника, систематика растений, эколого-биологическая характеристика лекарственных растений, биогеография, экология растений и другие. Электронный гербарий также может лежать в основе дипломных работ, курсовых, магистерских и докторских диссертаций, публикаций, учебно-методических пособий, сборников и т. п.

Материалы и методы

Информация о том, как осуществляется деятельность в области оцифровки гербарных коллекций и создания базы данных электронного гербария в Казахстане изучена на основе литературных источников, научных статей и интернет-ресурсов. Объектом исследования являются Гербарии страны, предметом – их деятельность по созданию электронного гербария.

Был использован метод систематического литературного обзора. С помощью данного метода был осуществлен поиск и отбор литературы на предмет исследования. Был проведён анализ того, какие Гербарии страны занимаются оцифровкой своих коллекционных фондов, обращалось внимание на то, на каком этапе находится работа, какой объём данных обрабатывается, какие программы используются для создания БД, как публикуется цифровой гербарий и т. п. Синтез изученных данных позволил получить объективную картину как о состоянии вопроса создания электронного гербария в Казахстане, так и о существующей проблематике.

Результаты и их обсуждение

В Казахстане Гербарии находятся при высших учебных заведениях, научных институтах и ботанических садах. Основное направление деятельности Гербариев — это научно-исследовательская работа в области систематики и таксономии растений. На сегодняшний день появилась возможность изучать гербарий с использованием молекулярно-генетических методов исследования. Для подобных методик необходимо специальное оборудование, которое в Гербариях страны как правило отсутствует.

Несмотря на тот факт, что не все Гербарии имеют возможность проводить специальные научные исследования из-за отсутствия научных сотрудников или оснащения, каждый Гербарий страны может внести вклад в развитие ботанической науки посредством предоставления другим исследователям как из Казахстана, так и со всего мира свободного доступа к имеющимся коллекциям. Решением данной задачи является оцифровка гербарных коллекций и создание базы данных электронного гербария [6].

Специалистами Института ботаники и фитоинтродукции г. Алматы ведутся работы в данном направлении. Институт обладает самой большой гербарной коллекцией в Республике Казахстан. Коллекционный фонд создавался по инициативе к.б.н. Данилова М.П. порядка 15 лет назад. Гербарий фонда имеет международный индекс³ – АА. Для

³ Международный индекс (акроним) – это уникальный идентификатор в виде кода из 1–8 букв, присваиваемый Index Herbariorum, международной базой данных гербариев [2].

создания базы данных (далее БД) институт выбрал программу Excel. Информация в БД вносится в следующей последовательности: семейство, род, индекс рода (согласно Международному классификатору гербарных коллекций), вид, флористический район (согласно флористическому районированию А. Энглера, опубликованному в систематическом указателе видов «Флора Казахстана» [7]), полная информация с этикеток, даты сборов, коллекторы. Заполненные таким образом таблицы Excel включают данные только с этикеток и не содержат изображения растений, что особенно важно для учёных, занимающихся систематикой. В этой связи Институтом ботаники и фитоинтродукции, при поддержке Фонда Зуккова в ходе выполнения международного проекта CADI (Central Asian Desert Initiative) была создана программа для загрузки гербарных образцов. Данная программа позволяет загружать сканы гербарных листов, что существенно улучшает восприятие информации. Данный проект является пилотным, в настоящее время БД электронного гербария открыта для просмотра материалов, но в связи с техническими моментами загрузка новых образцов приостановлена. На сегодняшний день институтом загружено 316 гербарных образцов. Рядовой пользователь может получить доступ к ресурсу посредством сети интернет перейдя по ссылке или задав соответствующий адрес в строке поиска (<https://www.flora-kaz.de/>) [8]. (Рис. 1)

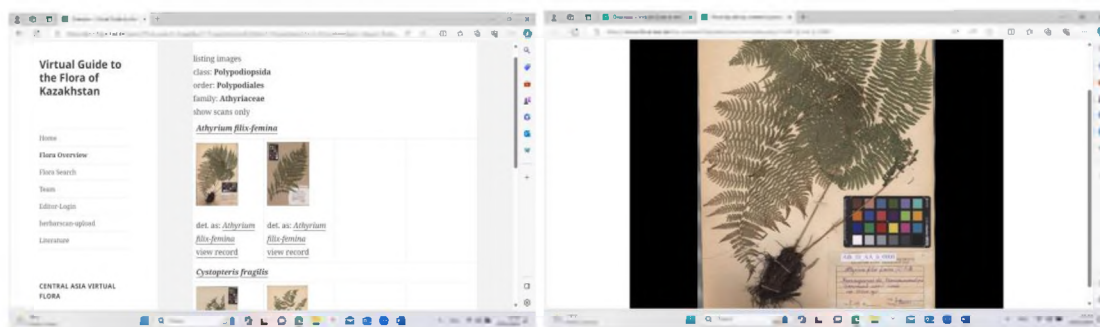


Рис. 1 – Окно просмотра гербарного образца онлайн базы данных Virtual Guide to the Flora of Kazakhstan (<https://www.flora-kaz.de/>)

Программу Excel для создания БД гербария предпочёл и Жезказганский ботанический сад (далее ЖБС). ЖБС является филиалом Института ботаники и фитоинтродукции г. Алматы. Год основания – 1939. С того времени в ботаническом саду начала формироваться гербарная коллекция дикорастущих растений. Для определения видов использовалась 9-томная «Флора Казахстана» [7]. Латинские названия растений приводятся в соответствии с монографией С.К. Черепанова [9]. В настоящее время в гербарной коллекции собрано более 4000 листов с образцами растений. В электронную базу данных внесены сведения по растительным образцам из 8 областей Казахстана. Причем около 82% общего числа гербарных сборов приходится на Центральный Казахстан (Карагандинская и Улытауская области). Сегодня в БД хранится информация о 925 видах растений из 388 родов и 80 семейств. В основном это представители семейств Сложноцветные, Злаки, Маревые, Бобовые, Крестоцветные из 11 флористических районов Казахстана. Несмотря на небольшую гербарную коллекцию Жезказганский ботанический сад вносит вклад в изучение флоры Казахстана и сохранение данных о гербарии в цифровом виде [10].

Карагандинский университет им. Е. Букетова (далее КарУ) также является обладателем богатой ботанической коллекции. В гербарном фонде хранится порядка

12000 гербарных листов. Гербарию присвоен акроним – QAR. Университет ведёт активную работу по оцифровке гербария. Учёные биолого-географического факультета КарУ в рамках проекта МНВО «Изучение современного состояния видового разнообразия сосудистых растений Казахстана с использованием современных методов ботаники, молекулярной генетики и биоинформатики» (2023–2024 гг.) занимаются изучением флоры региона. Одной из задач данного проекта является оцифровка гербарного фонда вуза и публикация таксономических списков на международной интернет-платформе GBIF.org. В проекте задействованы 10 человек, в их числе сотрудники исследовательского парка биотехнологий и мониторинга кафедры ботаники и кафедры физиологии, студенты 1–2 курсов. Руководителем проекта выступает к.б.н. профессор Ишмуратова М.Ю. Помимо Карагандинской области, проект также реализуется в Акмолинской, Костанайской, Восточно-Казахстанской, Атырауской и Мангистауской областях [11].

В качестве способа публикации оцифрованных данных учёные Карагандинского университета выбрали сайт GBIF.org. GBIF – глобальный информационный фонд биоразнообразия (Global Biodiversity Information Facility) – это международная организация, координируемая секретариатом в Копенгагене, и осуществляющая деятельность по обеспечению открытого доступа к данным о биологическом многообразии Земли. Сеть даёт возможность учреждениям по всему миру публиковать данные об имеющихся у них коллекциях тем самым открывая к ним публичный доступ. GBIF имеет собственное программное обеспечение Integrated Publishing Toolkit (IPT), стандарт данных Darwin Core (DwC) и четыре типа наборов данных (data sets). Всё это позволяет мобилизовать данные, обеспечить к ним открытый доступ и создаёт возможность для обмена, что в свою очередь помогает решать проблемы утраты биоразнообразия и стремиться к устойчивому развитию. Сейчас в фонде представлены записи о 2641161965 находках, опубликованных 2189 организациями со всего мира [12]. (Рис. 2)

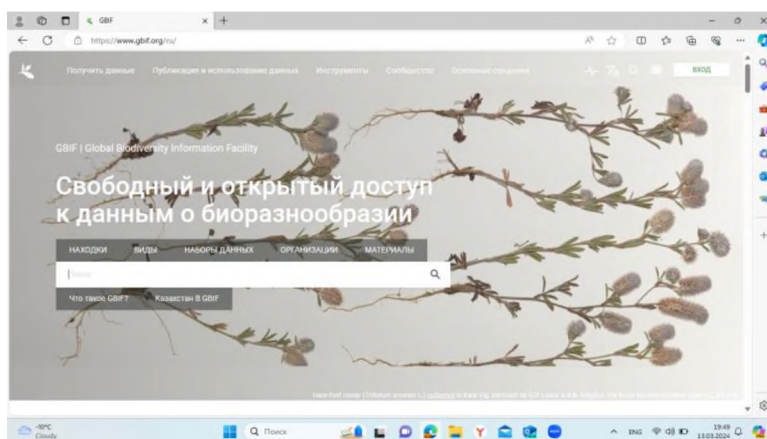


Рис. 2 – Главная страница международной платформы GBIF.org
(<https://www.gbif.org/ru/>)

На сегодняшний день специалистами КарУ на сайт GBIF.org загружена информация о 3828 видах высших сосудистых растений, представленных в гербарном фонде биолого-географического факультета. Гербарные образцы датированы 1954–2022 годами. В ближайшее время планируется загрузка сканов гербариев. Работы по цифровизации гербария продолжают в настоящий момент.

В Казахстане программное обеспечение для работы с ботаническими данными имеется в Мангышлакском экспериментальном ботаническом саду (далее МЭБС), созданном на базе стационарной экспедиции в 1970 году. В 2005 году ботанический сад включен в «Перечень особо охраняемых природных территорий Республиканского значения» (далее ООПТ). Одним из направлений научной деятельности МЭБС является создание коллекций, семенных и гербарных фондов растений.

Коллекция гербарного фонда насчитывает более 15000 гербарных листов, относящихся к 866 видам сосудистых растений из 411 родов и 92 семейств. В настоящее время на хранении находятся гербарии, собранные на территории Западного, Центрального, Восточного и Юго-Восточного Казахстана, а также полученные по обмену из России и Китая. Особую ценность представляет гербарный материал редких и эндемичных растений флоры Мангистауской области. В фонде хранится гербарий, датированный 1976–2022 годами [13].

Компьютерно-программное обеспечение МЭБС предназначено для решения широкого спектра задач. Программы «BD-PLANT-KZ» (<https://dincer.kz/BD-PLANT-KZ/index.html>) и «DINCER» (<https://dincer.kz/DINCER/index.html>) подходят для создания базы данных электронного гербария. Для ввода таксономических данных в программе используется список родов по Р.К. Браммиту, а в основу систематики растений положена филогенетическая система А.Л. Тахтаджяна. В данной программе гербарии посвящен целый пункт «Главного меню». Для работы с гербарием используется команда «Главное меню\Гербарий». Список растений для ботанического учреждения отображается в специальной форме. С помощью программы можно осуществлять поиск определённого таксона, просмотреть весь таксономический список, а также распечатать его. Перечень растений можно редактировать, а запись «Гербария» копировать и удалять [14]. (Рис. 3)

Рис. 3 – Форма для создания записи «Гербария» в программе «BD-PLANT-KZ» (<https://dincer.kz/BD-PLANT-KZ/index.html>)

Мангышлакский экспериментальный ботанический сад также является организацией-участницей сети GBIF. Гербарному фонду присвоен акроним – MANG. На сайте представлен таксономический список 7 005 видов растений, хранящихся в гербарной коллекции сада. Сканы гербарных листов отсутствуют. Оцифровке подлежали только данные с гербарных этикеток. Данные были загружены в 2023 г. [15].

Очередным ботаническим садом Казахстана, являющимся обладателем значительной гербарной коллекции, является Алтайский ботанический сад (далее АБС).

АБС был создан в 1935 году по инициативе старшего научного сотрудника Семипалатинской областной опытной станции П.А. Ермакова. Сад является ООПТ Республиканского значения площадью 157,3 га. Одним из научных направлений в деятельности ботанического сада является создание коллекции гербария растений.

Гербарный фонд имеет международный индекс – АВГ. На современном этапе он насчитывает более 30000 гербарных образцов, которые включают систематические и географические коллекции, сформированные по системе А. Энглера. Коллекция гербария уникальна не только богатством собранных образцов, но и историей коллекций, датированных 1937–1941 годами. В гербарии АБС наиболее полно представлены виды из семейств *Poaceae* Varnhart, *Asteraceae* Bercht. J. Presl, *Apiaceae* Lindl., *Fabaceae* Lindl. Особенно ценными являются типовые образцы, послужившие для описания новых таксонов для науки и флоры Казахстана.

В настоящее время гербарный фонд вновь систематизируется, обновляется и пополняется новыми образцами, представляющими уникальный фактический материал природной флоры Восточно-Казахстанской области. Создание цифрового гербария АБС открывает доступ к информации, хранящейся в гербарии ботанического сада, широкому кругу заинтересованных лиц, кроме того, стало возможным присоединение к Глобальному информационному фонду биологического разнообразия GBIF и открытие данных для мирового сообщества, что позволит специалистам из других стран использовать эти данные в глобальных международных проектах. На портале GBIF.org размещена информация о 533 сохранённых в гербарной коллекции видах растений. Год публикации данных – 2022. Оцифрованные изображения гербарных образцов отсутствуют [16]. (Рис. 4)

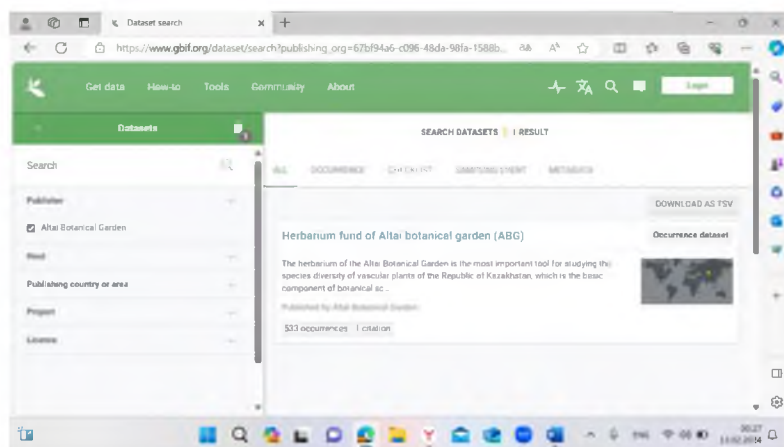


Рис. 4 – Страница, содержащая данные о гербарии АБС на сайте GBIF.org
(<https://www.gbif.org/>)

В Северо-Казахстанском университете им. М. Козыбаева (далее СКУ) предпринимается попытка по созданию электронного гербария. Деятельность осуществляется Романчук В.В. в рамках научно-исследовательской работы на соискание степени магистра естественных наук. Тема диссертации: «Оцифровка и индексация гербария растений подкласса Ламииды (*Lamiidae*) гербарного фонда кафедры «Биология» СКУ им. М. Козыбаева». Гербарный фонд кафедры был создан в 1960 году Мельницкой А.К. и содержит образцы, датированные 1958–2020 годами. Фонд содержит более 8000 гербарных экземпляров. На сегодняшний день организация зарегистрирована

в Глобальном фонде сохранения биоразнообразия – GBIF и международной системе – Index Herbariorum. Гербарии присвоен акроним – SQU. Ведутся работы по оцифровке гербария растений из четырёх семейств: Бурачниковые (*Boraginaceae* Juss.), Губоцветные (*Labiatae* Juss.), Пасленовые (*Solanaceae* L.), Норичниковые (*Scrophulariaceae* Juss.). Планируется внести в базу данные о порядка 50 видах из 34 родов. Данные об отдельных находках (Occurrence Data) будут представлены в формате Darwin Core (DwC). Предполагается загрузка сканов гербариев. В дальнейшем специалистами кафедры «Биология» по аналогии будет оцифрована вся ботаническая коллекция Гербария.

Несмотря на тот факт, что работы по оцифровке гербария в Казахстане ведутся, нельзя сказать, что цель по созданию электронного гербария в стране достигнута. Существует ряд задач, решение которых сделает это утверждение возможным.

В Казахстане отсутствует централизованная база данных электронного гербария. Создание единого стандарта представления данных, как и программного обеспечения для работы с гербарными коллекциями способствовало бы унификации и слаженности работы гербариев. Как правило гербарные коллекции хранятся в том же регионе, где проводились сборы образцов, т.е. отражают локальную флору. Создание централизованной БД электронного гербария позволило бы получить целостную актуальную картину видового разнообразия страны. Кроме того, это обеспечит круглогодичный и круглосуточный доступ к гербарии и данным, которые он содержит о систематике, морфологии, ареалу распространения растений, о растениях-эндемиках, о редких или находящихся под угрозой исчезновения видах и т. д.

Для успешной публикации данных Гербариям необходимо получить акроним. Международный акроним – это уникальный идентификатор в виде кода из 1–8 букв, присваиваемый Index Herbariorum (далее ИИ) – международной базой данных гербариев, основанной в 1935 году. В ИИ зарегистрировано 3 001 действующих Гербариев со всего мира. Доступ к базе осуществляется через сайт Ботанического сада Нью-Йорка (The New York Botanical Garden) с 1997 года. При регистрации в Index Herbariorum потребуется указать следующие данные о Гербарии: контактную информацию отправителя, URL (Uniform Resource Locator) Гербария, местоположение, содержание коллекции, дату основания, контактную информацию сотрудников и т.п. В ИИ включаются только те коллекции, которые являются постоянными научными хранилищами. Новые участники должны продемонстрировать, что их коллекция доступна для учёных и активно управляется. Эта задача успешно решается если учреждение зарегистрировано в Глобальном фонде сохранения биоразнообразия – GBIF, и является активным публикатором данных. Кроме того, Гербарии-пользователи GBIF становятся частью Глобального реестра научных коллекций GRSciColl (<https://scientific-collections.gbif.org/>). Получение акронима делает гербарную коллекцию уникальной и помогает идентифицировать её в мировом гербарном фонде [2]. (Рис. 5)

Оснащение Гербариев соответствующим оборудованием, в частности мощными сканерами, цифровыми камерами с высоким разрешением, качественными биноклями, микроскопами, библиотекой атласов и определителей значительно оптимизировало бы работы по оцифровке гербарных коллекций.

Необходимо привлечь в Гербарии страны квалифицированных IT-специалистов, т.к. деятельность по созданию электронного гербария требует соответствующих компетенций. Как правило учёные-ботаники являются рядовыми пользователями компьютеров и не обладают углубленными знаниями в области программирования и

работы с цифровыми продуктами. Кооперация ботаников с IT-специалистами будет содействовать плодотворной работе по созданию виртуального гербария.

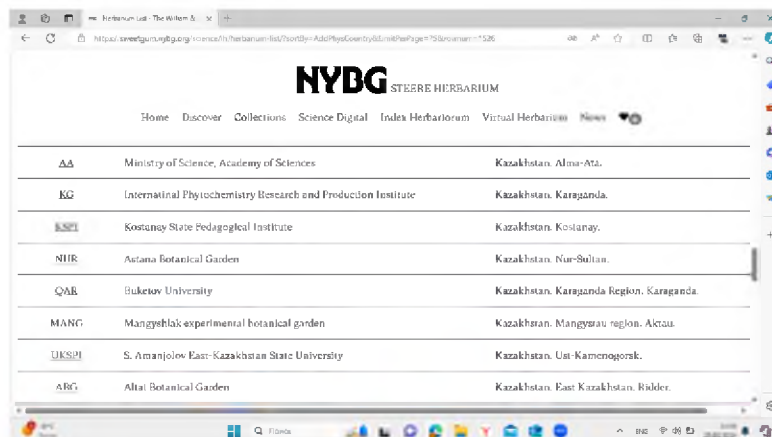


Рис. 5. Страница, содержащая данные об акронимах Гербариев Казахстана на сайте Index Herbariorum (<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>)

Заключение

В Республике Казахстан оцифровкой гербария занимаются высшие учебные заведения, научные институты и ботанические сады. Единая централизованная система по созданию базы данных электронного гербария отсутствует. Учреждения работают в основном индивидуально. Большинство Гербариев страны имеют международные индексы (акронимы). Данные о таксономическом составе ботанических коллекций представляются в таблицах Excel, программах, разработанных организациями самостоятельно, или размещаются на существующих интернет-платформах. Данные представлены в основном в виде таксономических списков без изображений гербарных образцов. Многие Казахстанские Гербарии выбрали международную платформу GBIF.org для размещения данных о ботанических коллекциях. Для достижения цели по созданию электронного гербария необходимо разработать единую систему представления данных, оснастить Гербарии необходимым оборудованием и привлечь компетентных специалистов. Научное сообщество Казахстана осознаёт актуальность и необходимость работ в данном направлении.

За свою пятисотлетнюю историю существования гербарий сталкивался с такими вызовами времени как книгопечатание и фотография, не говоря уже о современных цифровых технологиях. Каждый раз гербарий рисковал утратить свою актуальность. Этого не произошло по той причине, что гербарий является натуральным объектом, лучше всего иллюстрирующим морфологию растения. В современных реалиях интеграция цифровых технологий в гербарное дело ставит целью не замещение его, а напротив – модернизацию, актуализацию и сохранность коллекционных фондов.

Литература:

1. Павлов В.Н., Барсукова А.В. Гербарий: Руководство по сбору, обработке и хранению коллекций растений. - М.: МГУ, 1976. - 32 с.
2. Index Herbariorum - The William & Lynda Steere Herbarium. URL: <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (дата обращения: 23.02.2024).
3. Бялт В.В. Ботаника. Гербарное дело: учебное пособие. – СПб., 2009. – 52 с.

4. Пересторонина О.Н., Шабалкина С.В. Роль гербарной коллекции в ботаническом образовании высшей школы // Сибирский педагогический журнал. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gerbarnoy-kollektsii-v-botanicheskom-obrazovanii-vysshey-shkoly/> (дата обращения: 06.02.2024).
5. Баландин С.А., Майоров С.Р., Симонов С.С., Соколов Д.Д. Роли цифровых гербариев в современной систематике и номенклатуре растений // Журн. общ. биологии. - М.: Биол. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2001. - Т. 62, № 3. - С. 263–269.
6. Современное состояние гербарного дела. URL: <https://www.activestudy.info/sovremennoe-sostoyanie-gerbarnogo-dela/> (дата обращения: 19.02.2024).
7. Флора Казахстана: В 9 т. / Ред. Н.В. Павлов. - Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956-1966. - Т. 1-9.
8. Осмонали Б.Б., Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Данилов М.П. Формирование онлайн электронной базы гербарных образцов гербарного фонда (АА) института ботаники и фитоинтродукции // Материалы международной научно-практической конференции «Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии». - Алматы, 2022. - С. 521-528.
9. Czerepanov S.K. Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the former USSR). – Cambridge: Cambridge University Press, 1995. – 516 p.
10. Ивлев В.И., Нашенова Г.З. Гербарий Жезказганского ботанического сада и его значение для изучения биоразнообразия Казахстана. // Материалы международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития ботанических садов и дендрариев Казахстана». – Астана, 2023.
11. Индустриальная Караганда. URL: <https://inkaraganda.kz/novosti/obshhestvo/v-karagande-sobirajut-gerbarij-dlja-uchenyh-raznyh-stran/> (дата обращения: 07.02.2024).
12. GBIF. URL: <https://www.gbif.org/ru/> (дата обращения: 07.02.2024).
13. Мангышлакский экспериментальный ботанический сад. Главная страница. URL: <http://mebs.kz/> (дата обращения: 09.02.2024).
14. Компьютерные программы РГП "МЭБС" КН МОН РК. URL: <https://dincer.kz/> (дата обращения: 09.02.2024).
15. Imanbayeva A., Belozyerov I., Gassanova G., Duisenova N., Bekesov K. (2023). Herbarium fund of the Mangyshlak experimental botanical garden (MANG). Mangyshlak experimental botanical garden. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/mxuwyf> accessed via GBIF.org on 2024-02-09.
16. Алтайский ботанический сад. URL: <http://altaibotsad.kz/index.php> (дата обращения: 13.02.2024).
17. Гербарий — Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гербарий> (дата обращения: 17.03.2024).

References:

1. Pavlov V.N., Barsukova A.V. Gerbarij: Rukovodstvo po sboru, obrabotke i hraneniyu kollekcij rastenij. - М.: MGU, 1976. - 32 s.
2. Index Herbariorum - The William & Lynda Steere Herbarium. URL: <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (дата обращения: 23.02.2024).
3. Byalt V.V. Botanika. Gerbarnoe delo: uchebnoe posobie. – SPb., 2009. – 52 s.
4. Пересторонина О.Н., Шабалкина С.В. Роль гербарной коллекции в ботаническом образовании высшей школы // Сибирский педагогический журнал. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gerbarnoy-kollektsii-v-botanicheskom-obrazovanii-vysshey-shkoly/> (дата обращения: 06.02.2024).
5. Баландин С.А., Майоров С.Р., Симонов С.С., Соколов Д.Д. Роли цифровых гербариев в современной систематике и номенклатуре растений // Журн. общ. биологии. - М.: Биол. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2001. - Т. 62, № 3. - С. 263-269.
6. Современное состояние гербарного дела. URL: <https://www.activestudy.info/sovremennoe-sostoyanie-gerbarnogo-dela/> (дата обращения: 19.02.2024).
7. Flora Kazahstana: V 9 t. / Red. N.V. Pavlov. - Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1956-1966. - Т. 1-9.
8. Осмонали Б.Б., Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Данилов М.П. Формирование онлайн электронной базы гербарных образцов гербарного фонда (АА) института ботаники и фитоинтродукции // Материалы международной научно-практической конференции «Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии». - Алматы, 2022. - С. 263-269.
9. Czerepanov S.K. Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the former USSR). – Cambridge: Cambridge University Press, 1995. - 516 p.

10. Ivlev V.I., Nashenova G.Z. Gerbarij Zhezkazganskogo botanicheskogo sada i ego znachenie dlya izucheniya bioraznoobraziya Kazahstana. // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya botanicheskikh sadov i dendrarijev Kazahstana». – Astana, 2023.
11. Industrial'naya Karaganda. URL: <https://inkaraganda.kz/novosti/obshhestvo/v-karagande-sobirajut-gerbarij-dlja-uchenih-raznyh-stran/> (data obrashcheniya: 07.02.2024).
12. GBIF. URL: <https://www.gbif.org/ru/> (data obrashcheniya: 07.02.2024).
13. Mangyshlaksij eksperimental'nyj botanicheskij sad. Glavnaya stranica. URL: <http://mebs.kz/> (data obrashcheniya: 09.02.2024).
14. Komp'yuternye programmy RGP "MEBS" KN MON RK. URL: <https://dincer.kz/> (data obrashcheniya: 09.02.2024).
15. Imanbayeva A., Belozyerov I., Gassanova G., Duisenova N., Bekesov K. (2023). Herbarium fund of the Mangyshlak experimental botanical garden (MANG). Mangyshlak experimental botanical garden. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/mxuwyf> accessed via GBIF.org on 2024-02-09.
16. Altajskij botanicheskij sad. URL: <http://altaibotsad.kz/index.php> (data obrashcheniya: 13.02.2024).
17. Gerbarij — Vikipediya. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Gerbarij> (data obrashcheniya: 17.03.2024).