

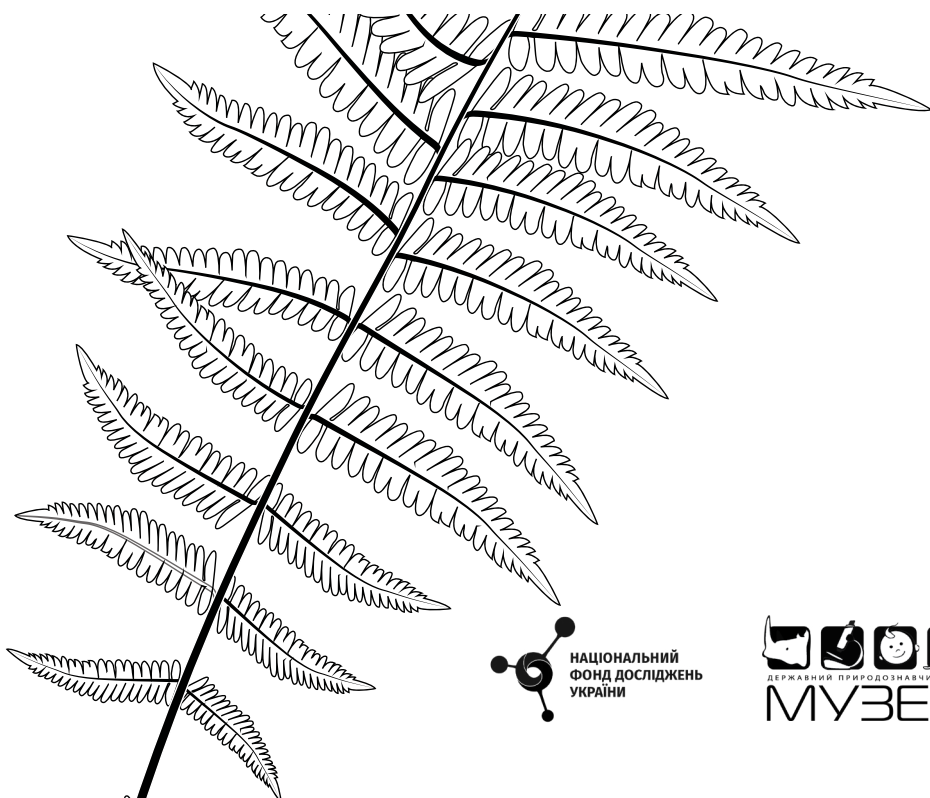
Державний природознавчий музей НАН України



Тези всеукраїнської наукової конференції

Оцифрування природничих колекцій

виклики й здобутки



НАЦІОНАЛЬНИЙ
ФОНД ДОСЛІДЖЕНЬ
УКРАЇНИ



МУЗЕЙ

Державний природознавчий музей НАН України

тези всеукраїнської наукової конференції

Оцифрування природничих колекцій виклики й здобутки

(Львів, 11 жовтня 2024 р.)

Оцифрування природничих колекцій: виклики й здобутки. Тези всеукраїнської наукової конференції (Львів, 11 жовтня 2024 р.). – Львів: Державний природознавчий музей НАН України, 2024. – 36 с.

У збірнику представлено тези доповідей, представлених на всеукраїнській науковій конференції «Оцифрування природничих колекцій: виклики й здобутки», яка відбулася 11 жовтня 2024 р. на базі Державного природознавчого музею НАН України у м. Львові. Подано результати оцифрування природничих колекцій, а також представлено матеріали, що відображають існуючий досвід у сфері оцифрування цих колекцій (створення наборів даних, управління базами даних, виготовлення цифрових зображень, опублікування даних тощо).

Для науковців-природників, а також зберігачів і кураторів природничих колекцій.

За винятком незначної технічної коректури, тези представлено в авторській редакції.

Рекомендовано до друку вченою радою Державного природознавчого музею НАН України (протокол № 11 від 18.09.2024)



Підготовлено до друку та видано за грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проекту 2022.01/0013 “Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України”.

Зміст, висвітлений у цьому збірнику тез, може не співпадати з поглядами Національного фонду досліджень України і є виключно відповідальністю Державного природознавчого музею НАН України.

Зміст

Bondarenko H., Gamulya Y., Siranskyi V. Digitalisation of historical collections of the Herbarium of V.N. Karazin Kharkiv National University (CWU)	5
Sabadosh V., Bondarenko H., Mihaly A., Roman V., Shevera M. Digitization of the type specimens of Antal Margittai's collection in the Herbarium of Uzhhorod National University (UU)	7
Гуштан Г., Гуштан К., Лелека Д. Особливості оцифрування колекції мікропрепаратів панцирних кліщів (Oribatida)	9
Гуштан К., Різун В., Гуштан Г. Опублікування оцифрованих колекцій Державного природознавчого музею НАН України – актуальний стан і перспективи	11
Козир М., Поліщук О. Спосіб автоматизації створення баз даних з біорізноманіття	13
Прилуцький О. Досвід використання PlutoF для управління оцифрованою колекцією грибів	15
Різун В., Гуштан К. Особливості мобілізації даних у Центрі Даних «Біорізноманіття України» шляхом імпортування	17
Мойсієнко І., Ходосовцев О., Дармостук В., Скобель Н. Оцифрування гербарної колекції Херсонського державного університету (KHER): актуальний стан та перспективи	19
Сичак Н. Оцифрування гербарних колекцій України – реалії сьогодення	21
Василюк О., Скобель Н. До створення наборів даних на основі історичних літературних джерел	23
Зіненко О. ДНК-баркодування та музейна геноміка як спосіб збереження інформації про музейний зразок у цифровому форматі ..	25
Кузярін О. Судинні рослини в електронній базі даних «Біорізноманіття України»: структура і стан наповнення даних, перспективи оцифрування	26
Новіков А. Про важливість систематичності і достовірності під час мобілізації гербарних даних	27

Новіков А. Деякі базові терміни, що використовуються при оцифруванні гербарних колекцій LWS	29
Новіков А., Кузярін О., Начичко В., Сусуловська С. Історія і прогрес оцифрування колекції судинних рослин гербарію LWS	32
Савицька А. Оцифрування бріологічних колекцій гербарію Державного природознавчого музею НАН України	34

Digitalisation of historical collections of the Herbarium of V.N. Karazin Kharkiv National University (CWU)

 Heorhii Bondarenko *,  Yurii Gamulya,  Vladyslav Siranskyi

V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

* h.m.bondarenko@karazin.ua

Keywords: exsiccatae, herbarium, CWU, G.L. Rabenhorst, Marchantiophyta, GBIF

The Herbarium of V.N. Karazin Kharkiv National University is the second-largest herbarium collection in Ukraine containing more than 300.000 specimens of vascular plants, mosses, algae, fungi, and lichens. This collection has the acronym CWU and is included in the Index Herbariorum (Thiers, 2024). It was founded in 1825 by well-known botanist Vasilii M. Czernajew (Czern.). The Herbarium CWU has historical collections dated to the 19th century. Exsiccatae of mosses, algae, fungi, and lichens of Europe collected by famous German naturalist Gottlob L. Rabenhorst and other collectors are among them. We digitalised the full collection of the liverwort exsiccata ‘Hepaticae Europaea’ by G. L. Rabenhorst. This collection contains 550 numbered specimens divided among 20 volumes. Besides, ‘Hepaticae Europaea’ has 24 additional specimens.

We created a database of the collection using the principles of DarwinCore format (<https://dwc.tdwg.org/>). Such data format is accepted for publishing in the Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>) – an International open database on biodiversity. We extracted the data about specimens from labels. Each occurrence contains information about the catalogue number of the specimen, species name (commonly original value from the label), date of the gatherings, continent, country, and province where the sample was collected, habitat description, locality description in English (modified value) and in original language (usually in German, Italian, French, etc.), the name of collector (if it available with an ID of the collector; biomia.net), approximate geographical coordinates (based on locality description in the labels), the link to an image of the specimen, some additional information (status of the name, identifiers’ names, classification, so on). We utilised the Google Translate camera tool to translate information from labels and modified the translation if necessary.

We made a high-quality image of each specimen using a Scanner Plustek OpticPro A320. The resolution was 600 dpi. We used a colour checker and ruler. According to GBIF policy, the images must be stored on external servers. We uploaded all images to Flickr (<https://www.flickr.com/>) and added the link to the images in correspondent cells in our database.

The collection was published and it is available in GBIF. We create a separate dataset for publishing the historical collections stored in the Herbarium CWU (Bondarenko et al., 2023).



Funding information

The investigations were provided with financial support from the GBIF Secretariat, GBIF Norway, and UiO Natural History Museum (Oslo, Norway) within the BioDATA Ukraine project (project ID Сера-LT-2017/10049).

References

- Bondarenko, H., Siranskyi, V., & Gamulya, Y. (2023). Historical collections in the Herbarium of V.N. Karazin Kharkiv National University (CWU). Version 1.1. V.N. Karazin Kharkiv National University. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/f8vnn6>
- Thiers, B.M. (2024). Index Herbariorum. <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

Digitization of the type specimens of Antal Margittai's collection in the Herbarium of Uzhhorod National University (UU)

 Vasyl Sabadosh¹ *,  Heorhii Bondarenko²,  Andriy Mihaly¹,
 Vasyl Roman¹,  Myroslav Shevera^{3,4}

¹ Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

² V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

³ M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

⁴ Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Berehove, Transcarpathia Region, Ukraine

* visabad@gmail.com

Keywords: digitization, herbarium UU, herbarium collection, nomenclatural types

The value of the institution's herbarium is determined by several criteria, including the total number of specimens, the presence of personal collections and type specimens, etc. The digitizing herbarium specimens is an important task in modern herbarium affairs. It is especially relevant for Ukraine in the condition of growing threats to the physical existence of collections in the realities of war.

The most significant heritage of the outstanding researcher of the Transcarpathia flora A. Margittai (1880–1939) is his herbarium collection (more than 40,000 specimens). The main part of this herbarium is stored in the Hungarian Natural History Museum in Budapest (BP), and duplicate materials are in the herbaria of many universities and museums around the world. One of the most valuable components of this collection is the type materials of taxa of various ranks described by A. Margittai.




Part of A. Margittai's collection is kept in the herbarium of the Uzhhorod National University (UU) (approximately 2,000 samples of doublet materials were transferred from Budapest (BP) to Uzhhorod in 1966). Attempts to process and analyse A. Margittai's gatherings at UU were started several times but those efforts were unsuccessful. The authors of this report provided a complete inventory of this collection, critically processing and summarising information about it during 2021–2024. The structure of the computer database was developed and its filling with relevant information was provided, the production of high-quality photocopies for valuable herbarium specimens began on special equipment.

The computer database developed as part of this study contains information on about 1,500 processed herbarium specimens. It includes the following information fields: internal code, names of family, genus, species, subspecies, varieties and forms, place of collection, date of collection, name of the collector, notes of the author on the label, *Notae criticae* (redefinition, other

notes, etc.), field for additional attachments (in particular photos). The database structure is designed with Darwin Core (DwC) format standards in mind. An important argument in favour of using this data format is that DwC is supported by the international biodiversity database Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Currently, work is ongoing in the UU herbarium both on the initial digitization of specimens and on the implementation of the publication of this data in public access on the GBIF platform.

In the analysed collection of the UU herbarium, we found 15 specimens selected by A. Margittai as the nomenclatural types for the taxa *Leontodon vagneri* Marg., *Rosa andegavensis* Bart. var. *leiostylo* Marg., *R. canina* L. var. *coriacea* Marg., *R. canina* var. *galisensis* Marg., *R. canina* var. *heterophylla* Marg., *R. canina* var. *laucifolia* Marg., *R. canina* var. *microphylla* Marg., *R. canina* var. *rhombofolia* Marg., *R. canina* var. *salánkensis* Marg., *R. canina* var. *silcensis* Marg., *R. canina* var. *subovata* Marg., *R. dumetorum* Thuill. var. *corymbosa* Marg., *R. dumetorum* var. *glanduliferens* Marg., *R. dumetorum* var. *gallicaeformis* Marg., *R. jundzillii* Besser var. *nudicarpo* Marg.). These specimens became the primary objects of works on typification and digitization of the collection. Due to the absence of special equipment, photocopies of a significant part of the processed herbarium specimens were made with high-quality cameras. Digital images for the mentioned 15 type herbarium specimens were obtained using a Plustek OpticPro A320 flatbed scanner. The images were saved in jpg format files. The resolution of the images is 600 dpi, which allows you to see tiny morphological details of plants. Each image was created using a colour checker to standardise colour rendering on different image playback devices.

Особливості оцифрування колекції мікропрепаратів панцирних кліщів (Oribatida)

 Габрієл Гуштан^{1,*},  Катерина Гуштан^{1,2,**},  Дмитро Лелека^{3,***}

¹ Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна

² ВСП «Львівський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування», Львів, Україна

³ Інститут екології Карпат НАН України, Львів, Україна

* hushtanh Gabriel@gmail.com, ** katrinantonjuk@gmail.com, *** lifeisbeautiful638@gmail.com

Ключові слова: природничі колекції, орібатиди, фотосистеми, мікроскопія

Серед існуючих способів оцифрування колекцій, в умовах війни, необхідно вибирати найбільш ефективні. Важливо застосовувати такі методи, які б мали забезпечувати з одного боку достатню швидкість, а з іншого – якість фото оцифрованих об'єктів. Особливістю мікропрепаратів у порівнянні з іншими природничими колекціями є те, що сам зразок є дуже дрібними і для їх опрацювання необхідний мікроскоп. Однак, на самому мікропрепараті міститься етикетка з інформацією про зразок або зразки. В умовах війни, в першу чергу важливо зберегти дані які містяться саме на етикетці, оскільки оцифрування самих зразків може бути неможливе через брак обладнання і займає значно більше часу, ніж оцифрування етикеток.

Нами проведена апробація різних можливих варіантів фотосистем для оцифрування на прикладі колекції мікропрепаратів панцирних кліщів. Перший варіант – з використанням фотоапарату Canon EOS 800D (24 МП) та об'єктиву Canon EF 18-55mm. Налаштування камери: режим зйомки ручний, без спалаху, ISO 200, діафрагма f/5.6, витримка 1/250 с, баланс білого автоматичний (або денне світло), режим вимірювання освітлення оціночний або центрально-зважений, формат збереження JPG. Для предметної зйомки застосовувався горизонтальний штатив Cadiso Q999H і лайткуб Puluz PU5040.

Другий варіант фотосистеми для оцифрування мікропрепаратів орібатид – з використанням камера фону Apple iPhone 6s (камера 12 МП) з об'єктивом 29mm f/2.2. Налаштування камери: режим зйомки ручний, ISO 25, діафрагма f/2.2, витримка 1/196 с, баланс білого автоматичний, режим вимірювання освітлення оціночний або центрально-зважений, формат збереження JPG. Використовувалися штатив і підсвідка Professional Live Stream.

Для оцифрування самих зразків на мікропрепараті апробовувалася фотосистема на базі цифрової камери Olympus DP72 (12,8 МП) і мікроскопа Olympus BX51. Застосовувалися наступні налаштування фотосистеми: режим зйомки ручний, ISO 200, витримка 1/230 с, баланс білого автоматичний, режим вимірювання освітлення оціночний або центрально-зважений, формат збереження JPG. ISO та витримка можуть варіювати в залежності від конкретного зразка.

Після фотографування мікропрепаратів, використовуючи програму Microsoft Picture Manager 2007 проводилася обрізка фотографій відповідно до меж мікропрепаратів, корекція їх повороту. Після цього проводилося корегування кольору та яскравості. У разі необхідності аналогічні та додаткові маніпуляції можна проводити з допомогою Adobe Photoshop CS6 Version 13.0.1 2012 або аналогічних застосунків. З допомогою Microsoft Picture Manager проводилось переведення розміру фотографій до 1024×768 пікселів відповідно до технічних вимог веб ресурсу ЦД «Біорізноманіття України». Всі фотографії у ході редагування зберігалися у трьох варіантах: оригінальні фото, редаговані та із зміною розміру зображення. Файли зображень сортували по папках відповідно до номерів коробок де зберігаються мікропрепарати. Підготовлені фотографії імпортували і прив'язували до відповідних, внесених раніше даних на ЦД «Біорізноманіття України».

Для оцифрування конкретного екземпляра чи структур панцирних кліщів, використовується фотосистема на базі цифрової камери Olympus DP72 (12,8 мегапікселів) і мікроскопу Olympus BX51. При цьому виготовлялася серія фотографій на різній фокусній відстані так, щоб охопити весь об'єкт, який оцифровується. Враховуючи особливості морфології панцирних кліщів та в залежності від того, що саме оцифровується, необхідно зробити від кількох десятків до понад сотню таких фотографій. При цьому загальна кількість зроблених фотографій з одного екземпляру може сягати і понад 1600 зображень. Підготовка зображень відбувалася з використанням програми Helicon Focus 7.0.2. Щоб об'єднати фотографії, які зроблені на різних фокусних відстанях в одну, можна використовувати метод середнього зваженого. Після цього проводилося ретушування отриманого зображення. В результаті оброблені матеріали зберігалися у трьох форматах (JPG, HPROJ, H3D). Файли зображень сортували по папках відповідно до назв таксонів та їх структур. Такий стекінг дуже важливий при науковому описі екземплярів, що у подальшому використовується при публікуванні морфологічних описів зразків, однак займає дуже багато часу, щоб використовувати його з метою оцифрування в умовах бойових дій. Оброблені файли цифрових зображень та відповідні датасети зберігали на кількох фізичних носіях (картах флеш пам'яті). Також, при можливості, зображення доцільно зберігати у хмарних сховищах.

Основним ресурсом для опублікування зображень і даних про колекції панцирних кліщів в Україні є Цент Даних «Біорізноманіття України» (<http://dc.smnh.org/>). Також, набори даних оцифрованих зразків публікуються на Global Biodiversity Information Facility, GBIF (<https://www.gbif.org/>).

Джерела фінансування

Дана публікація підготовлена в рамках проекту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Опублікування оцифрованих колекцій Державного природознавчого музею НАН України – актуальний стан і перспективи

👤 Катерина Гуштан^{1,2,*}, 👤 Володимир Різун^{1,**}, 👤 Габрієл Гуштан^{1,***}

¹ Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна

² ВСП «Львівський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування», Львів, Україна

* katrinantonjuk@gmail.com, ** rizunv@ukr.net, *** habrielhushtan@gmail.com

Ключові слова: науково-природничі колекції, оцифрування, каталоги, база, музей

Науково-природничі колекції є важливим джерелом інформації для науковців, які вивчають розмаїття живих організмів. Одні з найстаріших та найбагатших науково-природничих колекцій в Україні зберігаються в Державному природознавчому музеї НАН України у Львові. Загалом вони нараховують близько 400 тис. одиниць зберігання і мають виняткове значення для науки. Відповідно до цього, постановою Кабінету Міністрів України (2001 р.) науковим колекціям та раритетним вітринам XIX ст. надано статус національного надбання. Слід зазначити, що колекційний матеріал містить зразки, як з України, так і з сусідніх країн і може бути використаний для вивчення систематики, біогеографії, морфології та еволюції біоти. Крім того, колекції музею можуть бути корисними для досліджень з біології та екології комах, що у подальшому може допомогти в їх збереженні.

Близько десяти років тому у Державному природничому музеї НАНУ (ДПМ НАНУ) розпочалося впровадження системи електронного обліку та оцифрування колекцій за допомогою створеного в Музеї програмного забезпечення та веб-ресурсу Центр даних «Біорізноманіття України» (ЦДБУ). Інформаційно-пошукову систему ЦДБУ створено в Державному природознавчому музеї НАН України та опубліковано в мережі Інтернет 25 травня 2017 року. Для ведення бази даних використовуються міжнародні стандарти (Darwin Core), що у подальшому полегшить процес обміну даних між різними базами та інформаційними ресурсами. У базу подається наступна інформація: інвентарний номер зразка, тип даних, кількість екземплярів, дата, країна, область, район, населений пункт, резерват (за наявності), фізико-географічний регіон України, локалітет (за наявності), біотоп (за наявності), хто зібрав, хто визначив, код (акронім) установи, примітки. Всі відомості заповнюються українською та англійською мовами. Координати визначаються за допомогою Google Maps (<https://www.google.com/maps>). Кожному введеному зразку, крім інвентарного номера, присвоюються унікальні електронний обліковий номер та ID номер запису у ЦДБУ. Крім того, для кожного введеного у базу даних зразка відбувається автоматизована

генерація QR кодів. Сканування QR коду дозволяє перейти на його запис у публічній частині веб-ресурсу ЦДБУ.

Інформаційно-пошукова система ЦДБУ передбачає можливість перегляду оцифрованих зразків. У першу чергу, проводиться оцифрування еталонних зразків та історичних колекцій. Також, при створенні списків цінних об'єктів природничих колекцій враховуються критерії, що прописані в законодавстві щодо формування Державного реєстру національного культурного надбання і Державного реєстру наукових об'єктів, що становлять національне надбання. У базі сформований особливий підрозділ – авторські колекції.

Також, набори даних оцифрованих зразків ДПМ НАНУ публікуються на порталі Global Biodiversity Information Facility, GBIF (<https://www.gbif.org/>). База зосереджена на зборі великої кількості даних, як колекційних зразків, так і спостережень, результатів секвенування, тощо. Велика кількість даних збільшує можливості потрапляння великої кількості не верифікованих знахідок, що переважно надходять від iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/home>).

Ще один тип опублікування оцифрованих колекцій, який апробується у ДПМ НАНУ це електронні каталоги колекцій (<http://dc.snmh.org/catalogue>). Ці каталоги дозволяють дослідникам та іншим користувачам легко шукати та отримувати доступ до інформації щодо зразків колекцій ДПМ НАНУ, що має важливе значення для вивчення біорізноманіття та може допомогти заповнити прогалини в знаннях і визначити пріоритети майбутніх зусиль зі збору в сферах, де є мало відомостей про певні групи флори і фауни.

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проекту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Спосіб автоматизації створення баз даних з біорізноманіття

 Микола Козир^{1,*},  Олександр Поліщук^{2,**}

¹ Інститут еволюційної екології НАН України, Львів, Україна

² Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ, Україна

* geobot2@ukr.net, ** mrpolishchuk@gmail.com

Ключові слова: збереження біорізноманіття, моніторинг, бази даних, Biodiversity Data Creator, фото зі смартфона

Для запобігання втратам видового біорізноманіття в Україні розроблено низку нормативно-правових документів, які регулюють питання управління, використання, охорони, відтворення раритетних видів флори. Наприклад це: ЗУ «Про рослинний світ», ЗУ «Про природо-заповідний фонд України», ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища», ЗУ «Про Червону книгу України», Указ Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». Також наша держава підписала низку міжнародних угод, які передбачають збереження рідкісних видів (наприклад Угода про асоціацію між Україною та Європейським союзом, Бернська конвенція, Оселищна директива, Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття та ін.). Висновком із всіх цих документів є необхідність збереження і відтворення раритетних видів. Але для їх ефективного збереження необхідно провести інвентаризацію цих видів та здійснювати моніторинг за їх станом.

Зараз науковці все частіше користуються смартфонами в якості робочого інструменту для польових досліджень. Адже, набагато зручніше і легше користуватися одним смартфоном для своєї роботи, аніж носити ще й фотоапарат з навігатором. Тому в багатьох авторів вже накопичилося багато інформації про поширення рідкісних видів у вигляді фотографій з координатами, бо фото зробити набагато швидше і зручніше, ніж вписувати інформацію в польовий щоденник на місці досліджень в не комфортних умовах. Зручності додає ще й можливість отримати додаткові дані по фотографії. Це можуть бути: розмір рослин і відстань між ними (якщо в кадрі є об'єкт сталої довжини, який потім можна виміряти, наприклад взуття дослідника чи сірникова коробка), густина на 1 м², фази розвитку рослин, фенологічні дані, проєктивне покриття, сукупні види тощо. Обробка і систематизація цих даних займає багато часу, тому багато хто відкладає цю роботу на потім. Через це наявні дані просто не публікуються і наукова спільнота має не репрезентативні дані щодо поширення видів і особливостей їх популяцій. Відтак і моніторинг може бути не репрезентативним.

Щоб спростити і прискорити обробку і систематизацію цих матеріалів і таким чином хоча б частково задовольнити питання інвентаризації та

моніторингу рідкісних видів в Україні ми розробили програму Biodiversity Data Creator, яка створює таблицю Excel з мінімально необхідною інформацією стосовно місцезнаходження виду, використовуючи для цього метадані зі зроблених фотографій:

Вид	Місце знахідки	Широта	Довгота	Точність координат	Дата знахідки	Додаткова інформація	Автор знахідки

Для отримання якісних результатів бажано, щоб кожне зображення відповідало одній особині, було гарної якості, і точність визначення координат на момент зйомки була не більше 10 м. Файли зображень потрібно розмістити у папках з назвами відповідних видів і запустити програму. В ході роботи програма автоматично визначає кластери, які відповідають окремим локалітетам, і агрегує відповідні записи в один з вказанням кількості особин, радіуса кластера і діапазона дат. Назва найближчого населеного пункту/топоніма детектується автоматично з використанням технології геокодингу.

В результаті такої таблиці можна опублікувати в міжнародних базах даних на зразок GBIF і таким чином оприлюднити інформацію стосовно поширення рідкісних видів в Україні, що відкриє можливості з вивчення особливостей їх популяцій, поширення та моніторингу, фенології. А це, в свою чергу, сприятиме збереженню біорізноманіття України.

Пропонуємо долучитися всіх бажаючих до використання цієї програми. Для отримання програми та інструкції можна звертатися до авторів.

Досвід використання PlutoF для управління оцифрованою колекцією грибів

 Олег Прилуцький

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна
prylutskyi@karazin.ua

Ключові слова: бази даних, гриби, мікологічні колекції, GBIF, UNITE

PlutoF (<https://plutof.ut.ee/>) є розробкою університету Тарту (Естонія) та виникла як веб-платформа для управління даними з біорізноманіття, в першу чергу – оцифрованими біологічними колекціями (Abarenkov et al., 2010). На 1.09.2024, база даних містила 20,3 млн записів, 1,95 млн з яких – колекційні екземпляри.

Доступ до основного функціоналу PlutoF відбувається через веб-переглядач користувача. Також є застосунок для мобільних пристроїв PlutoF Go (<https://plutof.ut.ee/go>), що покликаний спростити введення інформації про біологічні спостереження прямо в польових умовах. Таким чином, дані повністю зберігаються на віддаленому сервері. З одного боку, це забезпечує кросплатформовість, розподілений доступ, та збереження даних навіть за ризиків пошкодження інфраструктури колекції на місці її зберігання. З іншого – розпорядники колекції фактично не мають повної резервної копії власних даних та довіряють їх сторонній організації. PlutoF підтримує розподілену роботу з базою даних, та має гнучку систему розподілу прав на перегляд та редагування даних поміж користувачами.

Архітектура PlutoF є модульною. Користувач може задіювати лише ті модулі, які йому потрібні. Базовим для роботи з біологічними колекціями є модуль 'Specimen', у складі якого є таксон-орієнтовані (гриби, судинні рослини, комахи тощо) форми для внесення даних, які, втім, можна відредагувати під потреби користувача. Внесення даних може відбуватися або через інтуїтивну веб-форму, або пакетно, шляхом імпорту текстового файла попередньо визначеної структури. PlutoF дає змогу завантажувати асоційовані зі зразком медіафайли. Розвинений модуль пошуку дозволяє легко знаходити та переглядати в базі даних записи за будь-яким атрибутом. Доступні інструменти пакетного редагування записів. Модуль експорту дозволяє легко експортувати вибрані записи у поширені формати (CSV, DarwinCore Archive, список видів), створювати pdf-макети етикеток під різні розміри для друку.

Корисною особливістю PlutoF є тісна інтеграція з низкою зовнішніх сервісів. Так, назви таксонів можна імпортувати з широкого переліку онлайн-чеклістів, серед яких Catalogue of Life та GBIF Backbone Taxonomy. Інформація з бази даних може бути перетворена на набір даних GBIF та опублікована в декілька кліків за допомогою модуля публікування. Робота з гіпотезами видів

та нуклеотидними послідовностями забезпечена завдяки тісній інтеграції у сервіси молекулярно-генетичних даних, наприклад, UNITE [Nilsson et al., 2019].

Інтеграція даних (як всередині бази даних, так і з зовнішніми сервісами) є ключовим пріоритетом PlutoF. Припустимо, аматор зробив спостереження гриби та опублікував його на платформі громадської науки iNaturalist, після чого передав зразок професійному мікологіві. Останній уточнив ідентифікацію та інсерував зразок до наукового гербарію, надавши йому відповідних колекційний номер. Пізніше, міколог розділив зразок та надіслав дублікат колезі з іншої наукової установи, що спеціалізується у цій групі. Той інсерував дублікат у колекцію своєї установи (під власним ідентифікатором), а також виділив з нього ДНК та відсеквенував її, опублікувавши сіквенс у GenBank. Пізніше у третій установі з первинного зразка було виділено у живу культуру мікофільний паразитичний гриб, що також отримав ідентифікатор у колекції живих культур тої установи. Таким чином, в інформаційному просторі наявні щонайменше п'ять записів про реєстрацію видів, що безпосередньо пов'язані між собою або як записи про один і той самий організм, або про асоційований організм, або про частину організму. PlutoF, завдяки як використанню внутрішніх перехресних ідентифікаторів, так і індексації універсальних стабільних посилань (URLs) на записи в сторонніх базах даних, дозволяє ефективно відстежувати ці зв'язки.

Використання PlutoF для ведення електронного каталогу мікологічної колекції Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (CWU(МУС)) було започатковано у 2016 р. Наразі база даних зберігає записи про 7267 зразків; відповідний набір даних на GBIF [Savchenko et al., 2023] опубліковано та регулярно оновлюється також через інструментарій PlutoF. В першу чергу заносяться інформація з гербарних етикеток, однак поступово вона доповнюється фото плодівих тіл та (де вони наявні) мікροструктур. У 2020 р. до ініціативи долучився основний гербарій CWU, триває робота з оцифрування зразків лишайників та судинних рослин.

Джерела цитування

- Abarenkov, K., Tedersoo, L., Nilsson, R.H., Vellak, K., Saar, I., Veldre, V., Parmasto, E., Prou, M., Aan, A., Ots, M., Kurina, O., Ostonen, I., Jõgeva, J., Halapuu, S., Põldmaa, K., Toots, M., Truu, J., Larsson, K.-H., & Kõljalg, U. (2010). PlutoF – a web based workbench for ecological and taxonomic research, with an online implementation for fungal ITS sequences. *Evolutionary Bioinformatics*, 6, EBO.S6271. <https://doi.org/10.4137/EBO.S6271>
- Nilsson, R.H., Larsson, K.-H., Taylor, A.F.S., Bengtsson-Palme, J., Jeppesen, T.S., Schigel, D., Kennedy, P., Picard, K., Glöckner, F.O., & Tedersoo, L. (2019). The UNITE database for molecular identification of fungi: Handling dark taxa and parallel taxonomic classifications. *Nucleic Acids Research*, 47(D1), D259–D264. <https://doi.org/10.1093/nar/gky1022>
- Savchenko, A., Ordynets, A., Prylutskyy, O., Yatsiuk, I., Akulov, O.Y., & Usichenko, A.S. (2023). Karazin Kharkiv National University herbarium (CWU), Department of Mycology and Plant Resistance. V.N. Karazin Kharkiv National University. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/kuspi6>

Особливості мобілізації даних у Центрі Даних «Біорізноманіття України» шляхом імпортування

👤 Володимир Різун^{1,*}, 👤 Катерина Гуштан^{1,2,**}

¹ Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна

² ВСП «Львівський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування», Львів, Україна

* rizunv@ukr.net, ** katrinantonyuk@gmail.com

Ключові слова: біорізноманіття, дані, біота, Україна, імпорт, Darwin Core

У Центрі даних «Біорізноманіття України», крім введення даних у робочій частині інформаційно-пошукової системи, існує можливість мобілізації даних шляхом імпорту. Для цього необхідно заповнити таблицю у форматі Microsoft Excel. Оскільки дані в інформаційно-пошукову систему вводяться з дотриманням міжнародних стандартів для обміну інформацією про біологічне різноманіття Darwin Core (<https://dwc.tdwg.org/>), відповідно до них і був розроблений список полів таблиці. Для заповнення пропонуються наступні поля: Викопний/Рецентний (поставляється «0» у випадку рецентного організму або «1» у випадку вимерлого), Геологічний вік (для викопних організмів, вноситься згідно розробленої схеми, наприклад: PZ:D: Девон, MZ:T: Триас, KZ:N:N1 Міоцен), Інвентарний номер (згідно прийнятої нумерації у окремому розділі фондів), Рід, Вид, Дата знахідки/реєстрації (у форматі: rrrr-мм-дд), Область, Район, Населений пункт, Локалітет, Водойма, Біотоп/Оселище, Зібрав, Визначив, Примітки, Кількість особин, Широта (у десятковому форматі: 00.00000), Довгота (у десятковому форматі: 00.00000). Поля виділені потовщеним шрифтом заповнюються на українській і англійській мовах. При заповненні таблиці для імпорту не допускається перенесення її колонок, зміна назв колонок, пробіли перед і після слів, зміна формату дати і координат.

Треба зазначити, що список полів у таблиці Microsoft Excel є меншим, ніж при введенні даних оператором вручну. У таблиці відсутні наступні поля: Тип колекції, Країна (за замовчуванням ставиться Україна), Електронний обліковий номер, Резерват, Лісництво, Номер кварталу лісництва, Код моніторингової площі, Фізико-географічний регіон, Код установи, Номер цитованого джерела, які заповнюються або не заповнюються (за відсутності інформації) на наступному етапі імпортування. Зменшення кількості полів для заповнення у таблиці Microsoft Excel зроблено з метою економії часу при її заповненні, а також для зменшення кількості помилок при імпортуванні даних.

Заповнена, перевірена і виправлена таблицка з формату Microsoft Excel переводиться/запам'ятовується у форматі «Текст CSV» з кодуванням Юнікод (UTF-8), розділювачем полів «;» і розділювачем строк «\"/>

у проміжне сховище програма може вказувати на відсутність видів у базі даних інформаційно-пошукової системи та на деякі помилки при заповненні таблиць. Кожен запис імпортованої у проміжне сховище таблиць необхідно перевірити, внести дані, яких бракує (насамперед це стосується полів, які відсутні у таблиці у форматі Microsoft Excel) і верифікувати.

Верифіковані записи готові для імпортування в базу даних Центру даних «Біорізноманіття України», що можна зробити для усіх верифікованих записів одночасно.

Таким чином, при необхідності внесення великих об'ємів однотипної інформації до Центру даних «Біорізноманіття України», заповнення таблиць Microsoft Excel може значно зекономити час для дослідника і є оправданим. З іншого, боку у великих масивах даних буде і більше помилок, зменшення кількості яких є одним із важливих завдань при веденні великих баз даних.

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проекту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Оцифрування гербарної колекції Херсонського державного університету (KHER): актуальний стан та перспективи

 Іван Мойсієнко¹,  Олександр Ходосовцев¹,  Валерій Дармостук^{1, 2},  Надія Скобель^{1, 3, *}

¹ Херсонський державний університет, Херсон, Україна

² Інститут ботаніки ім. В. Шафера Польської академії наук, Краків, Польща

³ Варшавський університет, Варшава, Польща

* skobel2015@gmail.com

Ключові слова: Херсонський державний університет, гебарій, оцифрування, евакуація, GBIF, PluToF

Гербарій Херсонського державного університету (KHER) створений у 1945 році та складається з трьох частин: гербарій судинних рослин, гербарій мохоподібних, гербарій лишайників та ліхенофільних грибів. Він налічує 32000 зразків, серед них 14000 судинних рослин, 16000 лишайників та ліхенофільних грибів, а також понад 1500 і мохоподібних. Колекція містить понад 100 типових зразків видів, переважна більшість з яких описана з території України (Kherston State University, 2024).

Кожна з колекцій була розміщена в окремій аудиторії кафедри ботаніки Херсонського державного університету. Обмінний фонд гербарію складає 300 гербарних зразків. Географія зборів лишайників та ліхенофільних грибів охоплює майже всю територію України, проте в більшій мірі представлені південна частина України, Крим і Карпати. Також представлені збори з Австрії, Великобританії, Казахстану, Марокко, Непалу, росії, Польщі, Угорщини, Чехії тощо (Kherston State University, 2024). Ліхенологічний гербарій KHER є другим в Україні за кількістю матеріалів після ліхенологічної колекції Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (Ходосовцев та ін., 2011). Гербарій судинних рослин сформований в основному із зборів проведених в межах Північного Причорномор'я (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області). Для цієї території гербарій є досить репрезентативним, оскільки охоплює майже всі порядки, родини та роди, а також значну кількість видів. Представлені менш репрезентативні збори з більшості інших частин України (Мойсієнко та ін., 2003; Ходосовцев та ін., 2011). Гербарій містить значну кількість мохоподібних з різних регіонів України, зокрема з Херсонської, Донецької, Харківської, Дніпропетровської областей. Колекції мохоподібних також включають зразки з росії, Польщі, Криму та США (Бойко, 1995; Бойко та Загороднюк, 2003; Бойко та ін., 2003; Загороднюк, 2003; Ходосовцев та ін., 2003, 2011). Починаючи з 2020 року Херсонський державний університет є видавцем даних у Global Biodiversity Information Facility, GBIF (<https://www.gbif.org>). Оцифрування гербарної колекції KHER здійснювалось за допомогою

PlutoF Biodiversity Platform (<https://plutof.ut.ee>). До повномасштабного вторгнення було оцифрована 7639 гербарних зразків, які були опубліковані на GBIF (Kherson State University, 2024).

Після повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну та окупації Херсону, оцифрування колекції було призупинено й постала проблема збереження та евакуації гербарію. Через відсутність офіційних зелених коридорів – це було неможливо на момент окупації. Вже після звільнення Херсону, було організовано евакуацію колекцій кураторами гербарію за підтримки GBIF. Усього було вивезено 32000 гербарних зразків в понад 1000 коробках. З них понад 16000 – це лишайники та гриби, понад 14000 – судинні рослини і понад 1000 – мохоподібні. Жоден зразок не постраждав. Зараз гербарій Херсонського державного університету релокований до Прикарпатського Національного університету імені Василя Стефаника (м. Івано-Франківськ). Гербарій продовжує поповнюватися зразками за рахунок експедицій та обміну дублікатами і утримується на ентузіазмі співробітників кафедри ботаніки, проте поки що, через складнощі в організації простору, індивідуальні збори працівників кафедри ботаніки зберігаються в приватних колекціях.

Джерела цитування

- Бойко, М.Ф. (1995). Гербарій Херсонського державного педагогічного університету. Гербарії України, 114.
- Бойко, М.Ф., Загороднюк, Н.В. (2003). Мохоподібні в гербарії Херсонського державного університету (KHER). Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, 67(11), 86–88.
- Бойко, М.Ф., Мойсієнко, І.І., Мельник, Р.П., Ходосовцев, О.Е., Богдан, О.В., Загороднюк, Н.В. (2003). Гербарій Херсонського державного університету (KHER). Збірник наукових праць. Фальцфейнівські читання, 42–49.
- Загороднюк, Н.В. (2003). База даних гербарію мохоподібних та лишайників Херсонського державного університету. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, 67(11), 93–95.
- Мойсієнко, І.І., Мельник, Р.П., Суботіна, Н.О. (2003). Гербарій судинних рослин Херсонського державного університету. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, 67(11), 82–86.
- Ходосовцев, О.Е., Бойко, М.Ф., Мойсієнко, І.І. (2011). Гербарій Херсонського державного університету. В Н.М. Шиян (ред.), Гербарії України. Index Herbariorum Ucrainicum (сс. 93–95). Київ.
- Ходосовцев, О.Е., Загороднюк, Н.В., Богдан, О.В. (2003). Ліхенологічний гербарій Херсонського державного університету. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, 67(11), 89–93.
- Kherson State University. (2024). Kherson State University herbarium (KHER), Department of Botany. Occurrence dataset [Data set]. ICPSR. <https://doi.org/10.15468/7c7xxz>

Оцифрування гербарних колекцій України – реалії сьогодення

 Надія Сичак

Інститут екології Карпат НАН України, Львів, Україна
sytschak@ukr.net

Ключові слова: гербарії України, оцифрування

Гербарії виникли як депозитарій для таксономічних і хорологічних цілей. Крім того, дані гербаріїв стали ключовими ресурсами для документування розподілу біорізноманіття в часі та просторі.

За останні два десятиліття з розвитком цифрових технологій відбувся значний поштовх до оцифрування гербарних колекцій у багатьох країнах, щоб зробити їх більш доступними для широкої громадськості та наукової спільноти через доступ до інтернету.

Свого часу дві установи в Україні отримали 4 гранти з Фонду Ендрю В. Меллона. У рамках цих грантів було відскановано частину типових зразків, 3915 з яких зараз можна подивитися на JSTOR (<https://plants.jstor.org/>). Крім цього платного ресурсу, ці зразки недоступні, за винятком LWS та LWKS, які розміщені на ресурсах JACQ (<https://www.jacq.org/>) та UkrBIN (<https://ukrbin.com/>). Свою лепту в розвиток світового оцифрування вніс і Covid-19. Багато гербаріїв зачинилися й перестали приймати відвідувачів, це стосується й українських гербаріїв. Єдиним виходом було оцифрування зразків на прохання науковців.

Військове вторгнення російських військ на територію України, що розпочалося 2014 року, та її новий етап – широкомасштабний наступ 24 лютого 2022 року, призвели до різноманітних загроз, зокрема втрат низки наукових фондів, баз даних тощо. Це дало новий поштовх та усвідомлення, що без оцифрування природничих колекцій Україні не обійтися.

Незважаючи на те, що у двох великих гербаріях є скануючі системи HerbScan, крім згаданих на JSTOR зразків, інші є недоступними, хоча від часу отримання HerbScan пройшло більше 10 років. Натепер, лідером оцифрування є Державний природознавчий музей НАН України, який не тільки оцифрував велику кількість зразків, але й розробив протоколи оцифрування природничих колекцій для України.

Було виділено 7 основних етапів оцифрування гербарію судинних рослин (Новіков та ін., 2023). Найбільше часу займає підготовчий етап, а саме відбір і підготовка зразків до фотографування, особливо це стосується старих зразків, які у більшості випадків є або незакріплені на гербарних аркушах, або потребують ремонту. Виходячи із власного багаторічного досвіду, хочемо звернути увагу на кілька моментів, які не варто робити на цьому етапі. 1. Не слід використовувати самоклеїну стрічку, клеюча основа якої активується

вологою, оскільки така стрічка наноситься на рослину й одночасно приклеюється до неї, що призводить з часом до руйнування самої рослини. 2. Також не потрібно використовувати папір зі щільністю 250 г/м². Найкраще використовувати 160-170 г/м², лише для деяких зразків (наприклад *Typha*) – 200 г/м². Твердження, що чим товстіший папір, тим краще збережеться зразок, є хибне. Збільшення щільності паперу призводить до збільшення як об'єму гербарної пачки, та і її ваги. 3. Етикетку не можна повністю приклеювати до гербарного аркуша, а лише за один край, оскільки здебільшого вона закриває частину рослини. 4. Етикетки про так зване технічне перевизначення не варто виготовляти і тим більше наклеювати їх поряд з рештою додаткових етикеток. Синоніміка настільки швидко змінюється, що доведеться не один раз це робити, тому достатньо написати нову назву на гербарній сорочці. 5. Не обов'язково ставити печатку гербарію на аркуш, оскільки зазвичай акронім гербарію генерується на штрихкодi.

Загалом оцифрування потребує значних затрат, як фінансових, так і людських. Тому оцифрувати та зробити їх доступними для наукової спільноти лише силами кураторів, без підтримки установ, де вони зберігаються, та держави неможливо.

Проте, необхідно пам'ятати, що «herbarium praestat omni icone, necessarium omni botanico» (Linnaeus, 1751) і жодне зображення не може замінити його.

Джерела цитування

Новіков А., Гуштан Г., Гуштан К., Кузярін О., Лелека Д., Начичко В., Різун В., Савицька А., Сусуловська С., Сусуловський А. (2023). Оцифрування уразливих природничих колекцій ver. 0.1 (робочий варіант).

Linnaeus, C. (1751). *Philosophia botanica, in qua explicantur fundamenta botanica cum definitionibus partium, exemplis terminorum, observationibus rariorum, adjectis figuris aeneis*. G. Kiesewetter, Stockholm.

До створення наборів даних на основі історичних літературних джерел

📧 Олексій Василюк^{1,*}, 📧 Надія Скобель^{2,3,**}

¹ ГО “Українська природоохоронна група”, Київ, Україна

² Херсонський державний університет, Херсон, Україна

³ Варшавський університет, Варшава, Польща

* vasyliuk@gmail.com, ** skobel2015@gmail.com

Ключові слова: GBIF, оцифрування біологічних даних, бібліографія, джерелознавство

Джерелами для наборів даних, сумісних із стандартом Darwin Core та придатних для публікування в середовищі GBIF може бути широкий спектр біологічних даних, найпоширенішими з яких є власні спостереження авторів, дані автоматичного виявлення та документування тварин сучасними телекомунікаційними засобами (трекери, фотопастки, детектори звукових хвиль, тощо) і звісно – оцифровка біологічних колекцій та літературних джерел. Після кількох спроб створення тематичних наборів даних за матеріалами опублікованих видань [Marushchak & Marushchak, 2022; Marushchak et al., 2023; Vasyliuk, 2023] ми ініціювали початок роботи з оцифровки важливої біологічної літератури, що містить точні дані, локації та дати знахідок біологічних видів. Ця робота здійснюється разом з спеціалістами Херсонського державного університету.

Потенційно, обсяг такої роботи виглядає практично неосяжним, адже за останні 120 років в межах сучасної України видавались понад 110 найменувань наукових періодичних видань та серій наукових збірок природничого спрямування. Кількість окремих збірок наукових зібрань взагалі на цей час важко оцінити, проте їх кількість очевидно перевищує 1000. Для початку роботи з оцифровки нами було обрано низку пріоритетів:

1. В першу чергу оцифровуються найменш відомі, недоступні широкому загалу і відсутні в відкритому доступі видання.

2. Оцифровка охоплює послідовно всі випуски видання.

3. Пріоритет надається виданням постраждалих під час збройної агресії росії регіонів, які мають найбільший ризик втрати фізичних примірників, та які містять значну частину даних про постраждалі території (інтерес до ретроспективних знань про які наразі підвищений).

Першими такими виданнями, що були оцифровані повністю, стали «Фальцфейнівські читання» (1999–2011) та «Наукові читання Херсонської гідробіологічної станції, присвячені Дню Науки» (2008–2019). В першому випадку загальний обсяг знахідок, опублікованих у часописі склав 7345 [Skobel, 2024a], в другому – 3753 [Skobel, 2024b]. Оригінальні веб-ресурси з повною підбіркою цих видань не існують, а Херсонська гідробіологічна станція НАНУ взагалі фактично припинила існування

Проте подальші плани оцифровки наукової періодики ми плануємо зосередити не лише на виданнях Херсонщини, але й на дійсно раритетних журналах, таких як Щорічник музею Полтавського губерньського земства (1913–1915), Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції (1929–1968), Охорона пам'яток природи на Україні (1927–1928), Збірник праць Дніпрянської біологічної станції (1926–1938), Вісник природознавства (1927–1931) та збірки праць наукових товариств та заповідників початку XX століття. Більшість цих видань недоступні широкому загалу (тим більше іноземним дослідникам).

Створення наборів даних з точною ідентифікацією всіх описаних в кожній з публікацій знахідок видів дає можливість ввести ці дані в сучасний науковий обіг, зокрема зробити їх частиною світової бази знань про поширення видів у минулому.


Проте оцифровка такої раритетної «сірої літератури», як і, скажімо, монографій, створює перед колективом упорядників низку викликів, зокрема складність встановлення максимально точних координат описаних локалітетів, їх умовної похибки, ідентифікація колишніх топонімів та вже неіснуючих природних об'єктів, можливі помилкові визначення авторів публікацій в збірках, які неможливо перевірити, ретроспективне бачення таксономічної належності описаних знахідок та звісно – ризики дублювання даних з іншими науковими джерелами.

Увага доповіді зосереджується на шляхах подоланні перелічених викликів та на формуванні загальної стратегії оцифровки наукової періодики України для інтеграції її у GBIF.

Джерела цитування

- Marushchak, M., & Marushchak, O. (2022). Records of insects from Middle Dnieper valley highlighted in two literature resources authored by Kryshchal O. P. Version 1.5. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/n6zept>
- Marushchak, M., Marushchak, O., Vasyliuk, O., & Rusin, M. (2023). Mammal observations from Ukrainian scientific literature. Version 1.4. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/m6dmqm>
- Skobel, N. (2024a). The scientific articles of the Falz-Fein readings. Version 1.2. Kherson State University. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/zn72pm>
- Skobel, N. (2024b). The Materials of the scientific articles of the Kherson Hydrobiological Station of the National Academy of Sciences of Ukraine (NAS). Version 1.6. Kherson State University. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/fcdwrc>
- Vasyliuk, O. (2023). The first database of Castor fiber L. settlements in Ukraine (1890–1960), created by Mykola Charlemagne. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/ac6rpf>

ДНК-баркодування та музейна геноміка як спосіб збереження інформації про музейний зразок у цифровому форматі


 Олександр Зіненко

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна
oleksandrzinenko@gmail.com

Keywords: ДНК-баркодування, музейна геноміка, таксономія, оцифрування колекцій

Дослідження ДНК музейних зразків до нещодавнього часу лишались порівняно слабо поширеними і доволі екзотичними: деградація і хімічна модифікація ДНК у музейних екземплярів ускладнювали застосування універсальних методів, особливо у випадку застосування денатуруючих фіксаторів, таких як формалін, або давніх історичних колекцій. Поява методів секвенування великої протічної здатності, розробка методів неруйнуючої екстракції ДНК і побудова інфраструктури і стандартів зберігання і аналізу генетичних даних створили передумови для впровадження ДНК-методів в архівування музейних колекцій. Прочитані послідовності ДНК зразка за своєю природою є цифровими даними, однозначно співставними, стандартними і високо інформативними, що робить їх ідеальним способом зберігати формалізовану інформацію про екземпляр, що зберігається в музеї. Окрім цього, геноміка історичних зразків дозволяє розв'язувати старі невіршені питання таксономії у випадку недоступності морфологічних ознак типових екземплярів, додає цінну інформацію про генетичну мінливість і різноманіття популяцій в минулому, їх родинні відносини тощо.

Судинні рослини в електронній базі даних «Біорізноманіття України»: структура і стан наповнення даних, перспективи оцифрування

 Олександр Кузярін

Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна
kuzyarin@gmail.com

Ключові слова: колекція судинних рослин, основний фонд, електронна база даних, наповнення даних, оцифрування

На сучасному етапі електронних технологій та інновацій важливого значення набувають електронні бази даних стосовно науково-природничих колекцій. Вони передбачають оцифрування зразків з метою забезпечення мобілізації даних, віртуального розподілу, обробки та довготривалого збереження. До них належить електронна база даних «Біорізноманіття України / Biodiversity of Ukraine», що вміщує часткову інформацію про фондіві колекції Державного природознавчого музею НАН України та зокрема про гербарій судинних рослин. На сьогодні основний фонд гербарію судинних рослин Державного природознавчого музею НАН України нараховує 120075 гербарних зразків. Географія гербарних зборів охоплює переважно західні регіони України (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, Тернопільська області). Поодинокі та нечисельні гербарні збори приурочені до інших регіонів України, а також переважно до країн Центральної, Південної та Західної Європи. З основного фонду судинних рослин Музею до бази даних «Біорізноманіття України» внесено 7970 записів про гербарні зразки, для 4312 з яких представлено цифрові зображення. Одиниця обліку електронної бази даних стосовно гербарного зразка надає наступну основну інформацію: ID-код, електронний каталожний номер, інвентарний номер, належність до основних таксономічних категорій (відділ, клас, порядок, родина, рід, вид, місце збору (країна, область, район, населений пункт), локалітет, оселище, колектор та ідентифікатор зразка, примітка. Крім цього, кожний зразок у базі даних має бути забезпечений QR-кодом та оцифрованим зображенням. У перспективі планується подальше оцифрування колекції гербарію судинних рослин Музею та наповнення бази даних «Біорізноманіття України».

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проекту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Про важливість систематичності і достовірності під час мобілізації гербарних даних

 Андрій Новіков

Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна
novikoffav@gmail.com

Ключові слова: гербарій, оцифрування, мобілізація даних, якість даних

Отримання даних з гербарних етикеток – це нетривіальна задача, яка може стати справжнім викликом для непідготовленої особи. Гербарії зазвичай містять збори різних колекторів, зібрані з різних місць та у різний час, а також оформлені різними мовами. Чимало етикеток є рукописними, з рядом скорочень, а почерки інколи вкрай складно прочитуються. Як наслідок, особа, яка займається екстракцією та інтерпретацією даних з гербарних етикеток повинна не лише володіти знанням флори регіону, але й орієнтуватися в географії і топоніміці цього регіону, мати принаймні базові знання мов регіону, а також орієнтуватися в історії дослідження регіону та біографіях колекторів. І навіть це не є запорукою безпомилкової екстракції та інтерпретації даних. Розуміння відповідальності і важливості достовірної передачі даних представлених на етикетці повинно бути ключовим і, не в останню чергу, опиратися на науковий авторитет особи, яка цим займається. Адже виявити і виправити помилки екстракції та інтерпретації даних може бути вкрай складно або й практично неможливо, що може призвести до неправильного розуміння поширення видів, неправильних таксономічних і номенклатурних висновків. Зважаючи на те, що екстраговані дані здебільшого розміщуються у вільному доступі (наприклад, у GBIF) і часто підлягають масовому опрацюванню без глибокої критичної ревізії, наявність помилок у таких наборах даних може призводити до лавиноподібного ефекту, коли ці помилки повторно і багатократно використовуються для різних метааналізів, призводячи щораз до помилкового але вже усталеного результату. Саме тому екстракцію, а тим паче інтерпретацію даних з гербарних етикеток не можна довіряти непідготовленим особам, а тим паче залучати волонтерів, які мають низьку наукову відповідальність. Такою роботою повинні займатися виключно професіонали або ж попередньо підготовлені робочі групи під ретельним наглядом таких професіоналів.

Окремим питанням при мобілізації даних про гербарні зразки є їх систематичність і достовірність. Систематичність (англійською ‘precision’) часто також називають влучністю, а достовірність – точністю (англійською ‘accuracy’), однак заради уникнення плутанини ми надаємо перевагу першим варіантам перекладу цих термінів. **Систематичність (влучність)** – це наскільки систематично (повторно) і близько відбувається інтерпретація подібних даних. Наприклад, чи весь час експерт розшифровує ініціали

К.М. як Кость Малиновський, а чи інколи розшифровує їх інакше або наскільки систематично експерт відносить зразки зібрані одним і тим самим колектором в один час з Попа Івана саме до Попа Івана Чорногірського, а чи інколи відносить їх до таких, що зібрані з Попа Івана Мармароського. **Достовірність (точність)** – це на скільки правильно експерт проводить інтерпретацію даних. Наприклад, чи справді ініціали К.М. належать Костеві Малиновському і чи справді зразки були зібрані з Попа Івана Чорногірського. У випадку систематичності і достовірності можливі чотири комбінації, що визначають на загальну якість отриманих даних. Дані можуть бути інтерпретовані систематично достовірно (висока точність, висока влучність), що свідчить про їх високу якість, адже вони максимально точно відповідають оригінальним. Дані можуть бути інтерпретовані несистематично достовірно (висока точність, низька влучність), що свідчить зазвичай про прийнятний рівень якості даних, у яких інколи трапляються некритичні помилки або неточності. Дані можуть бути інтерпретовані систематично недостовірно, що свідчить про їх низьку якість або ж систематичну помилку експерта, який проводив інтерпретацію. У випадку виявлення такої систематичної помилки її відносно легко виправити. Значно гірше, якщо дані інтерпретовані несистематично недостовірно, в такому випадку виявити і, тим паче, виправити помилки інтерпретації вкрай складно, адже невідомо в яких випадках експерт помилився, а в яких – провів вірну інтерпретацію. Такі дані мають вкрай низьку якість, що часто свідчить про помилку в організації процесу оцифрування на загальну і залучення некваліфікованого персоналу. Як показує досвід, особливо, коли інтерпретовані дані не відмежовано від оригінальних, на пошук помилок та їх виправлення може піти більше часу, аніж на повторну мобілізацію даних з нуля.

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проєкту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Деякі базові терміни, що використовуються при оцифруванні гербарних колекцій LWS

👤 Андрій Новіков

Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна
novikoffav@gmail.com

Ключові слова: гербарій, оцифрування, термінологія

При оцифруванні гербарних колекцій, виконавці цієї роботи так чи інакше стикаються з необхідністю оперувати рядом термінів зі сфери інформаційних технологій. Зважаючи на те, що природничники рідко є водночас ІТ-фахівцями, часто вони доволіно трактують і використовують доволі конкретні терміни. На загал, це не заважає їм порозумітися, але інколи може призводити до певних казусів. Тому, вважаємо за доцільне нагадати базові терміни, які зазвичай використовуються при оцифруванні природничих колекцій, впорядкуванні і опублікуванні отриманих даних, і які було використано при оцифруванні гербарних колекцій Державного природознавчого музею НАН України (LWS).

Не зважаючи на те, що під оцифруванням часто розуміють саме отримання цифрового зображення зразка, таке трактування цього терміну є не зовсім вірним. Під оцифруванням ми розуміємо як отримання даних про зразок, так і безпосередньо отримання цифрового(их) зображення(нь) гербарного зразка загалом. Отримання цифрових зображень зразка часто відмежовано як у часі так і у логіці процесу від отримання даних про сам зразок. Отримання цифрового зображення в англійській літературі часто називають терміном 'imaging'. Варто пам'ятати, що таке цифрове зображення може бути як класичною фотографією, так і представлене у інших формах (наприклад, відеозображення або 3D зображення). Під екстракцією даних ми розуміємо безпосередньо отримання будь-яких даних з гербарного зразка і оформлення їх в електронному вигляді (зазвичай, у вигляді електронної таблиці). Під інтерпретацією даних ми розуміємо будь-який процес привнесення додаткових даних у вихідні (оригінальні) дані. Безпосередньою інтерпретацією даних є їх доповнення різноманітною інформацією (наприклад, визначення координат, визначення приналежності до родини, порядку, визначення країни збору і т.д.). Безпосередня інтерпретація даних часто відбувається автоматично або напівавтоматично, наприклад агрегаторами даних або спеціалізованим програмним забезпеченням і є обов'язковим кроком на шляху підготовки наборів даних до опублікування. Експертна інтерпретація даних передбачає розшифрування скорочень або підписів, представлених на оригінальній етикетці. Експертною інтерпретацією даних також є визначення координат збору, у випадку неоднозначного представлення топоніма на оригінальній етикетці (наприклад, визначення

який саме Піп Іван Чорногоський чи Мармароський мається на увазі). Інтерпретовані дані у наборі даних повинні чітко відслідковуватися і відмежовуватися від оригінальних даних, щоб майбутній користувач, при необхідності, міг їх перевірити, вилучити або провести переінтерпретацію. Якщо інтерпретовані дані розміщуються в одній строчці з оригінальними, рекомендуємо відмежовувати їх беручи у квадратні дужки. Під **опублікування даних** ми розуміємо розміщення цих даних у відкритому доступі, що дозволяє їх активну дисемінацію та залучення у науково-дослідну роботу вченими з різних країн. Часто, екстракція, інтерпретація і опублікування даних є нерозривними і тісно переплетеними процесами, тому їх узагальнено називають **мобілізацією даних**. При цьому, під **даними** розуміють будь-яку формалізовану інформацію, придатну до зберігання і опрацювання людиною (**human-readable data**) та/або автоматизованими засобами (**machine-readable data**). Якщо говорити утрировано, то дані – це будь-який набір символів. Але у випадку гербарних колекцій, це зазвичай чітко визначена інформація, що описується тим чи іншим **стандартом та/або схемою** (зокрема, на сьогодні загальноприйнятими для опису природничих даних є стандарти Darwin Core та ABCD, хоча можуть використовуватися й довільні XML схеми) і може бути впорядкована відповідно до стандартних термінів. **Терміни** описують допустимі значення, яких можуть набувати дані і які можуть міститися в тому чи іншому наборі даних чи базі даних та порядок їх представлення в цьому наборі даних чи базі даних. Фактично, терміни – це допустимі поля таблиці, які повинні бути заповненні певним чином, відповідно до прийнятої схеми та/або стандарту. При цьому, GBIF чітко регламентує які саме терміни є обов'язковими до заповнення для тих чи інших наборів даних, які є рекомендованими, а які є довільними. Для зручності користування, терміни часто згруповано по класах і представлено у так званих **словниках**, які описують ці терміни, допустимі значення даних в межах термінів, наводять приклади представлення даних тощо. У випадку Darwin Core ці терміни представлено у словнику <https://dwc.tdwg.org/list/>, а у випадку ABCD – у словнику <https://abcd.tdwg.org/terms/>. Під **метаданими** розуміють дані про дані. Метадані – це допоміжні дані, які описують представлені дані, хоча самі не є їх частиною. Тобто, якщо є набір даних про гербарні зразки, представлені в тому чи іншому гербарії, то такий набір даних міститиме інформацію про кожен окремий зразок, а метадані будуть описувати сам набір даних і міститимуть інформацію про те, наприклад, хто сформував цей набір даних, хто й коли його редагував, якого саме регіону стосується цей набір даних, яку таксономічну групу він покриває, які права на використання цих даних і т.д. Хоча межа між власне даними і метаданими інколи є доволі тонкою, ці терміни не варто плутати. Під **набором даних (датасетом)** розуміють будь-який стандартизований набір даних про будь-яку сукупність зразків. Нарешті, під **базою даних** розуміють сукупність даних або наборів даних, організовану за спільною логікою і схемою, що перебуває під управлінням спеціалізованого програмного забезпечення класу DBMS (database management system).

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проекту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Історія і прогрес оцифрування колекції судинних рослин гербарію LWS

👤 Андрій Новіков¹ *, 👤 Олександр Кузярін¹, 👤 Віктор Начичко²,
👤 Соломія Сусуловська²

¹ Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна

² Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

* novikoffav@gmail.com

Ключові слова: гербарій, LWS, оцифрування, прогрес

У 2024 році, колекція судинних рослин гербарію Державного природознавчого музею НАН України (LWS) нараховує 120128 інвентаризованих зразків.

Оцифрування цієї колекції розпочалося ще у 2012–2013 роках у рамках гранту від Andrew W. Mellon Foundation. Для отримання цифрових зображень використовувався спеціалізований комплекс HerbScan, побудований на базі планшетного сканера Epson Expression 10000XL, що дозволяв отримувати зображення з роздільною здатністю 600 ррi. В якості кольорової шкали використовували x-Rite ColorChecker Classic Nano. Зображення зберігали у форматах JPEG2000 і TIFF. В результаті проведеної роботи було оцифровано 286 зразків, з яких – 252 типових. Отримані дані і зображення було розміщено на онлайн-ресурсах JACQ (<https://www.jacq.org/>) та JSTOR Global Plants (<https://plants.jstor.org/>), але, на жаль, оригінальні майстер-файли було втрачено. У 2007–2020 роках було мобілізовано дані щодо представників роду *Aconitum* L. в Українських Карпатах. Датасет, який, серед інших містив 420 записів щодо зразків аконітів у фондах LWS, було опубліковано на GBIF (Novikov, 2022). При цьому для згаданих зразків не було виготовлено цифрових зображень. У 2021–2022 роках, в рамках гранту IAPT Small Herbaria Grant, було мобілізовано і опубліковано на GBIF дані щодо 1939 зразків ендемічних рослин, що зберігаються у фондах LWS (Novikov & Sup-Novikova, 2023). Ці дані значною мірою стосувалися ендеміків і субендеміків, представлених у флорі Українських Карпат. Цифрові зображення зразків було отримано за допомогою портативної фотоустановки, побудованої на базі фотокамери Canon EOS 800D (24,2 Мп) з макрооб'єктивом Tokina AT-X M35 PRO DX AF 35 mm f/2.8 Macro. В якості кольорової шкали використовували x-Rite ColorChecker Classic Mini. Файли зберігали у форматах RAW (CR2) і JPEG. У 2023 році опублікований датасет було доповнено географічними координатами відповідних локалітетів і опубліковано також зображення зразків. Ці дані і цифрові зображення було розміщено на платформі Open Herbarium (<https://openherbarium.org/>) і, частково, на ресурсі Центр Даних Біорізноманіття України (<http://dc.smnh.org/>). У 2024 році було продовжено роботу по доопрацюванню і уточненню даних у згаданому датасеті. У 2022 році з частковим використанням картотеки LWS, також було мобілізовано і

опубліковано дані щодо 11437 зразків судинних рослин у колекції гербарію LWS. Ці дані стосувалися рідкісних, реліктових і погранично-ареальних видів і були опубліковані на GBIF (Novikov, 2023). Вони не доповнювались виготовленням цифрових зображень зразків і іноді потребують уточнення, оскільки базуються на інформації з картотеки, а не з оригінальних етикеток зразків. У 2023–2024 роках здійснено мобілізацію даних і виготовлено цифрові зображення для 6048 зразків. Ці дані значною мірою доповнюють попередній датасет. Цифрові зображення виготовляли з використанням згаданої вище фотосистеми, в якій з часом Canon EOS 800D замінили на бездзеркальний фотоапарат Panasonic Lumix G9 з об'єктивом Olympus M.Zuiko Digital ED 30mm f/3.5 Macro. Завдяки технології pixel shift, впровадженій у цій фотокамері, було отримано зображення у форматі RAW (RW2) з роздільною здатністю 80 Мп і одночасно у форматі JPEG з роздільною здатністю 40 Мп. В якості кольорової шкали використовували x-Rite ColorChecker Classic Mini, яку у 2024 році замінили на ISA Golden Thread Object-Level Target. Отримані дані і цифрові зображення було опубліковано на GBIF (Novikov et al., 2024). Згодом ці дані та/або зображення також було розміщено у відкритому доступі на платформах Open Herbarium і Центр Даних Біорізноманіття України.

Таким чином, на сьогодні мобілізовано дані щодо 20063 зразків, які зберігаються у колекції судинних рослин гербарію LWS. З урахуванням продубльованих записів, це становить близько 11% від загального обсягу колекції. Також виготовлено, підготовлено до опублікування та частково опубліковано цифрові зображення 8273 зразків (близько 7% від загального обсягу колекції). Близько 90% зразків колекції залишаються неоцифрованими і, з огляду на війну, практично недоступними для вчених.

Джерела цитування

- Novikov, A. (2022). Genus *Aconitum* of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories. Version 1.5. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/n37j8x>
- Novikov, A. (2023). Rare, relict, range-limited, and problematic plant taxa in the Ukrainian Carpathians and adjacent territories. Version 1.2. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/9y2my2>
- Novikov, A., Nachychko, V., Kuzynar, O., & Susulovska, S. (2024). LWS herbarium. Vascular plants. Version 1.13. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/58zxna>
- Novikov, A., & Sup-Novikova, M. (2023). Endemic vascular plants of the Ukrainian Carpathians. Version 1.7. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset. <https://doi.org/10.15468/5hrh87>

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проєкту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Оцифрування біологічних колекцій гербарію Державного природознавчого музею НАН України

 Анастасія Савицька

Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна
asavitska@gmail.com

Ключові слова: біологічна колекція, Державний природознавчий музей НАН України, протоколи оцифрування

Дослідження процесів оцифрування свідчать про необхідність пошуку шляхів та методів оптимізації процесів оцифрування з метою їх пришвидшення та уніфікації (Tulig et al., 2012). Дослідження технічних підходів до оцифрування колекцій демонструють, що автоматизовані, конвеєрні підходи забезпечують підвищення продуктивності та швидкості оцифрування порівняно з неавтоматизованими (Sweeney et al., 2018), проте, на жаль, такі технологічні ресурси найчастіше недоступні у наукових установах України внаслідок цілої низки причин. Тому доступні протоколи оцифрування є важливим для роботи із колекціями та може допомогти налагодити цю роботу у наукових установах.

В рамках проекту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали uszkodження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (фінансується НФДУ), оцифровували біологічні колекції. Серед них зібрання із Криму 20–21 ст., що є важливим з огляду на те, що ці території, внаслідок воєнного стану стали недоступними для досліджень. Оцифровано колекцією К. Уличної, до якої увійшли збори листяних мохів із території Чернівецької області (1952–1953 рр.). В ході оцифрування проводять два основних процеси: фіксація усієї інформації з етикетки зразка, що вноситься до обраних баз даних («Біорізноманіття України», GBIF) та виготовлення цифрового зображення зразка та етикетки з подальшою обробкою та контролем якості. Фотофіксація зразків мохоподібних має ряд особливостей відмінних від зразків інших рослин. Мохоподібні у фонді ДПМ зберігаються у нестандартизованих за розміром паперових конвертах, етикетки також можуть різнитися відповідно. При плануванні процесу оцифрування необхідно приймати до уваги часозатрати на монтаж зразків та можливі зміни налаштувань фотосистеми. При малих об'ємах зразка може виникати необхідність використовувати макро-об'єктив (наприклад, Canon EF 100mm f/2.8L Macro IS USM.). Окрім того, в залежності від об'ємів та розмірів зразка виготовляють не одне зображення, а окремі фотографії зразка та конверта, що також збільшує час на їх обробку. Зображення зразка не можуть використовуватися для визначення, проте засвідчують фізичну наявність у зборах, також дають уявлення про стан та об'єми матеріалу, що є важливим для подальшої роботи

із колекцією. Опис етапів оцифрування бріологічних зразків, що проводяться в умовах гербарію ДПМ та за доступними технічними засобами викладено у протоколах оцифрування, що розроблялися під час проєкту (Новіков та ін., 2023).

Джерела цитування

- Новіков, А.В., Гуштан, Г.Г., Гуштан, К.В., Кузярін, О.Т., Лелека, Д.Ю., Начичко, В.О., Проць, Б.Г., Різун, В.Б., Савицька, А.Г., Сусуловська, С.А., Сусуловський, А.С. (2023). Окреслення цілей і формату проєкту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України». Наукові записки Державного природознавчого музею, 39, 19–30. <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2023.39.19-30>
- Sweeney, P., Starly, B., Morris, P.J., Xu, Y., Jones, A., Radhakrishnan, S., Grassa, C.J., & Davis, C.C. (2018). Large-scale digitization of herbarium specimens: development and usage of an automated, high-throughput conveyor system. *Taxon*, 67(1), 165–178. <https://doi.org/10.12705/671.9>
- Tulig, M., Tarnowsky, N., Bevans, M., Kirchgessner, A., & Thiers, B.M. (2012). Increasing the efficiency of digitization workflows for herbarium specimens. *ZooKeys*, 209, 103–113. <https://doi.org/10.3897/zookeys.209.3125>

Джерела фінансування

Ця публікація підготовлена в рамках проєкту «Оцифрування природничих колекцій, що зазнали ушкодження внаслідок бойових дій і супутніх факторів: розробка протоколів і впровадження на базі Державного природознавчого музею НАН України» (№ 2022.01/0013), що фінансується Національним фондом досліджень України в рамках грантової програми «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

Державний природознавчий музей НАН України

наукове видання

тези всеукраїнської наукової конференції

Оцифрування природничих колекцій виклики й здобутки

(Львів, 11 жовтня 2024 р.)

Технічний редактор

Андрій Новіков

Дизайн і верстка

Андрій Новіков

Ілюстрація на обкладинці

Plant Pattern Vectors by Vecteezy

Формат: А5 (210x148 мм). Гарнітура: Jura, MuseoModerno. Друк: цифровий. Папір: офсетний. Умовні друковані аркуші: 1.9. Тираж: 100 примірників.