

## Глобальные данные о фиторазнообразии Алтайской горной страны, представленные в мировых научных депозитариях

### Global data on phytodiversity of the Altai mountain country, presented in the world's scientific depositories

Ваганов А. В.<sup>1,2</sup>, Шмаков А. И.<sup>1</sup>, Гудкова П. Д.<sup>1,3</sup>

Vaganov A. V.<sup>1,2</sup>, Shmakov A. I.<sup>1</sup>, Gudkova P. D.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия. E-mail: vaganov\_yav@mail.ru

<sup>2</sup> Сахалинский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия

<sup>3</sup> Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>1</sup> Altai State University, Barnaul, Russia

<sup>2</sup> Sakhalin Branch of the Botanical Garden-Institute FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>3</sup> Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Реферат.** Алтайская горная страна (АГС) является самым высоким поднятием Северной Азии, её уровень биоразнообразия в три раза богаче Западной Сибири. Биоразнообразию территории АГС исследуется на протяжении двухсот лет. При этом наибольшее число находок приходится на последние 30 лет с момента детального изучения Алтайской горной страны специалистами Южно-Сибирского ботанического сада АлтГУ (Барнаул) под руководством Ботанического института им. В. Л. Комарова (Санкт-Петербург). В данном исследовании произведено ботанико-географическое районирование открытыми ГИС-системами (GeoJSON) территории АГС и выявлен список из 44 мировых научных депозитариев, содержащих в коллекции не менее 10 гербарных листов с территории АГС и представленных в глобальной информационной системе по биоразнообразию GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Полученная информация служит основой для систематиков-исследователей флоры территории АГС для поиска местонахождений хранения материалов по своим объектам исследования, а также знакомством с их цифровой копией дистанционным способом. Описанный алгоритм является эффективным и может быть применен для других территорий.

**Ключевые слова.** Гербарий, база данных, GBIF, ГИС, ареал, флора, Алтайская горная страна, фиторазнообразие.

**Summary.** The Altai mountain country (AMC) is the highest uplift of North Asia, its biodiversity level is three times richer than Western Siberia. The biodiversity of the AMC territory has been explored for 200 years. At the same time, the greatest number of finds falls on the last 30 years since the beginning of a detailed study of the Altai mountainous country by specialists of the South-Siberian Botanical Garden of AltSU (Barnaul) under the guidance of the Botanical Institute named after V. L. Komarova (St. Petersburg). In this study, botanical and geographical zoning by the open GIS systems (GeoJSON) of the AGS territory was made and a list of 44 world scientific depositories in the collection containing at least 10 herbarium sheets from the AMC territory and presented in the Global Biodiversity Information System GBIF (Global Biodiversity Information) Facility). The gained information serves as a basis for systematists-researchers of the AMC territory flora to search for locations of materials storage in their research objects, as well as familiarity with their digital copy by a remote method. The described algorithm is effective and can be applied for other territories.

**Key words.** Herbarium, database, GBIF, GIS, area, flora, Altai mountain country, phytodiversity.

Алтайская горная страна (АГС) среди континентальных горных стран Сибири (и в целом – в Северной и Центральной Азии) одновременно является и высочайшим современным поднятием, и наиболее благоприятным для развития органической жизни пространством в Сибири. За счет того, что здесь сочетаются широтно и меридианально простирающиеся межгорные котловины, хребты, высокогорные плато, районы типичных мелкосопочников и обширные нагорья, рельеф считается исключительно

сложным (Камелин, 1998). Высшие точки АГС – двуглавая Белуха (4506 и 4400м) в Катунском хребте и горный узел Таван-Богдо-Ула (пять священных гор с 3 крупнейшими вершинами в 4374, 4360 и 3981 м). Это территория около 550 000 кв. км в пределах России, Казахстана, Китая и Монголии. Огромное, сложно устроенное горное поднятие Алтая, с одной стороны, является крайним форпостом мощных горных систем юга Сибири и Северной Монголии, а, с другой, тесно связана с еще более мощными горными системами Тянь-Шаня (Флора Алтая, 2005).

Алтайская горная страна при своей относительно небольшой территориальной площади, включает большое число населяющих её биологических объектов. Девид Олсон и Эрик Динерштайн в своей работе «The global 200. Priority ecoregions for global conservation» относят территорию Алтая и Саян в числе 200 приоритетных экорегионов мира для глобального сохранения биоразнообразия (Olson, Dinerstein, 2004). Они отмечают, что на 10% территории мира данных 200 экорегионов сосредоточено до 90% всего его биоразнообразия.

Ярким успешным примером интеграции разрозненных данных о биологическом разнообразии мира является глобальная информационная система по биоразнообразию (Global Biodiversity Information Facility – GBIF, <http://www.gbif.org>; Filippova et al., 2017). Система обмена информацией в GBIF построена на открытых стандартах, центральным из которых является Darwin Core (DwC), стандарт, разработанный специально для хранения данных по биоразнообразию. Четыре наиболее распространенных типа исходных данных в биологии по мировым стандартам сегодня должны публиковаться на следующих ресурсах: списки видов (ChecklistData) – GBIF; местонахождения отдельных особей (OccurrenceData) – GBIF; данные обследований на пробных площадях (SamplingeventData) – GBIF; последовательности белков и нуклеиновых кислот – GenBank, European Nucleotide Archive, Barcode of Life Data Systems и др.

Научные депозитарии, в число которых входят Гербарии, как правило, публикуют тип данных «OccurrenceData», которые содержат этикеточную информацию о нахождении того или иного вида в определенном месте в определенное время, то есть предполагают наличие сведений о дате находки и географической привязке (координатах) места нахождения вида (или сбора образца). На момент подготовки данной статьи в GBIF содержится 1 090 124 220 записей из 42 838 депозитариев мира, находящихся в 1365 научно-образовательных организациях (GBIF, 2019).

В целях объединения исследователей систематиков, изучающих флору АГС, в 2018 г. был разработан проект «Флора Алтая», размещенный в сети Интернет по адресу [altaiflora.asu.ru](http://altaiflora.asu.ru). Сайт исполнен в *Word Press*, системе управления содержимым сайта с открытым исходным кодом. Для подготовки раздела, содержащего карту АГС ([altaiflora.asu.ru/карта-агс/](http://altaiflora.asu.ru/карта-агс/)) с 19-ю ботанико-географическими районами по Р. В. Камелину (Флора Алтая, 2005), нами были прорисованы 19 полигонов с использованием плагина *WP Google Maps (рис.)*. Основой для нанесения полигонов послужили топографические карты в масштабе 1 : 500 000.

Полученные наборы координат всех полигонов были отредактированы в современной спецификации создания географических структур GeoJSON. GeoJSON – открытый формат, предназначенный для хранения географических структур данных. Формат основан на JSON – (JavaScriptObjectNotation) – текстовый формат обмена данными.

Была получена граница АГС, включающая 19 ботанико-географических районов (полигонов) в формате GeoJSON, с набором координат:

```
{ "type": "Polygon", "coordinates": [ [[91.07, 53.27],[90.71, 53.32],[90.89, 53.50],[90.76, 53.60],[90.53, 53.62],[90.20, 53.84],[89.17, 53.44],[88.91, 53.62],[87.52, 53.72],[87.30, 53.61],[87.19, 53.35],[86.54, 53.22],[86.39, 53.07],[86.48, 52.91],[86.67, 52.78],[86.25, 52.60],[85.91, 52.64],[85.70, 52.39],[85.46, 52.19],[84.52, 52.04],[83.54, 51.95],[82.53, 51.88],[81.49, 51.42],[80.90, 50.74],[80.99, 50.35],[80.88, 49.87],[81.18, 49.59],[82.03, 49.28],[80.95, 48.92],[80.41, 48.33],[80.46, 47.98],[79.58, 47.70],[79.55, 47.43],[80.28, 47.25],[80.53, 47.09],[81.44, 46.78],[82.10, 46.66],[82.37, 46.30],[82.74, 46.67],[83.82, 46.41],[83.89, 46.21],[84.33, 46.24],[85.17, 46.38],[85.88, 46.53],[86.33, 46.45],[86.93, 46.49],[87.37, 46.93],[86.87, 47.28],[87.49, 47.40],[87.31, 47.53],[87.52, 47.73],[88.41, 47.37],[88.53, 47.21],[89.55, 46.33],[90.22, 45.68],[90.17, 45.39],[90.57, 45.09],[91.25, 44.83],[91.66, 44.76],[91.96, 44.88],[93.06, 44.87],[93.77, 44.79],[94.43, 44.83],[95.03, 44.53],[95.37, 44.45],[95.86, 44.53],[95.96, 44.79],[96.11, 44.77],[96.17, 44.88],[96.25, 45.17],[96.95, 45.06],[97.97, 44.69],[98.68, 44.56],[99.10, 44.60],[99.08, 45.00],[99.11, 45.20],[98.90, 45.48],[98.65, 45.63],[97.98, 45.64],[97.94, 45.90],[97.22, 46.30],[96.28, 46.87],[95.79, 47.34],[95.45, 47.41],[94.81,
```

47.33],[94.85, 46.69],[92.00, 48.25],[92.42, 48.42],[92.44, 48.63],[92.03, 49.77],[91.64, 50.36],[92.07, 50.70],[91.37, 51.45],[92.25, 51.75],[92.01, 51.95],[92.33, 52.11],[92.52, 52.36],[92.34, 52.60],[91.87, 52.87],[91.07, 53.27]] }

Расширение GeoJSON адаптировано для GBIF (пункт «Location» в разделе «search/occurrences»). Используя полученный набор данных по полигону, можно осуществлять выгрузку данных о местонахождении объектов по любой группе живых организмов с территории АГС, внесенных в GBIF.

Произведя выгрузку данных в разделе «search/occurrences» из базы данных GBIF по полигону АГС в подпункте «Metrics», был получен список из 44 мировых научных депозитариев из 42 838 возможных, содержащих в гербарном фонде более 10 находок с территории АГС. Самая первая запись является ботанической и датируется 1791 г. (<https://www.gbif.org/occurrence/437367318>) и хранится в Музее натуральной истории в Париже.

Подготовленная нами таблица содержит информацию о научных депозитариях, в которых хранятся цифровые копии гербарных листов, включая этикеточную информацию, собранные за более чем двухсотлетний период исследования территории АГС. Список депозитариев дополнен сведениями об издателе (организация-координатор данных для GBIF) либо организации (в случае трансконтинентальных проектов), номере DOI метаданных Dataset, а также стране и депозитарии (владелец хостинга). Сведения об объемах коллекций не приводятся ввиду динамичного наполнения депозитариев записями, несущими цифровое изображение и геопривязки. При этом каждый исследователь может самостоятельно по названию интересующего его депозитария и полигона GeoJSON АГС получить актуальные сведения по любому таксону.

Таблица

Сведения о научных депозитариях, содержащих информацию о находках растений с территории Алтайской горной страны, размещенных в глобальной информационной системе по биоразнообразию (Global Biodiversity Information Facility – GBIF).

№	Научный депозитарий (Dataset)	Организация издатель (Publishedby)	DOI	Страна/организация (Country/Organization)	Владелец хостинга (Hostedby)
	A global database for the distributions of crop wild relatives	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	10.15468/jyrthk	Norway	Natural History Museum, University of Oslo
	Bruce Bennett Herbarium (BABY)	Consortium of Pacific Northwest Herbaria	10.5886/cp1vgz	Canada	Université de Montréal Biodiversity Centre
	Bryophyte herbarium TRH, NTNU University Museum	NTNU University Museum	10.15468/zxu8zu	Norway	Natural History Museum, University of Oslo
	Carnet en Ligne	Tela Botanica	10.15468/rydcn2	Tela Botanica	Tela Botanica
	CAS Botany (BOT)	California Academy of Sciences	10.15468/7gudyo	United States of America	California Academy of Sciences
	CRIS dataset	CRIS	10.15468/zychiy	Russian Federation	Institute of Mathematical Problems of Biology, Russian Academy of Sciences
	CSIC-Real Jardín Botánico-Colección de Musgos (MA-Musci)	CSIC-Real Jardín Botánico	10.15468/aj41tg	Spain	GBIF-Spain
	EURISCO, The European Genetic Resources Search Catalogue	Bioversity International	10.15468/a3lnmd	Italy	Bioversity International

Таблица (продолжение)

Family Primulaceae in Virtual Herbaria of CSBG SB RAS (NS)	Central Siberian Botanical Garden SB RAS	10.15468/yivohq	Russian Federation	Institute of Mathematical Problems of Biology, Russian Academy of Sciences
Geneva Herbarium – De Candolle's Prodromus (G-DC)	Conservatoire et Jardinbotaniques de la Ville de Genève - G	10.15468/s5auru	Switzerland	Conservatoire et Jardinbotaniques de la Ville de Genève - G
Geneva Herbarium – General Collection (G)	Conservatoire et Jardinbotaniques de la Ville de Genève - G	10.15468/rvjdu1	Switzerland	Conservatoire et Jardinbotaniques de la Ville de Genève - G
Geographicallytagged INSDC sequences	European Molecular Biology Laboratory (EMBL)	10.15468/endumv	EMBL-EBI, NCBI, DDBJ	European Molecular Biology Laboratory (EMBL)
HerbariumBerolinense	Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem	10.15468/dlwwhz	Germany	Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem
Herbarium GAT	Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK)	10.15468/hiiw6b	Germany	Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK)
Herbarium Senckenbergianum (FR)	Senckenberg	10.15468/ucmdjy	Germany	Senckenberg
iNaturalist Research-gradeObservations	iNaturalist.org	10.15468/ab3s5x	iNaturalist	iNaturalist.org
Lund Botanical Museum (LD)	Lund Botanical Museum (LD)	10.15468/c4w4co	Sweden	GBIF-Sweden
MEL AVH data	Australia's Virtual Herbarium	10.15468/rhxrwx	Australia	Atlas of Living Australia
Moscow University Herbarium (MW)	Lomonosov Moscow State University	10.15468/cpnhcc	Russian Federation	Lomonosov Moscow State University
Natural History Museum (London) Collection Specimens	Natural History Museum	10.5519/0002965	United Kingdom	Natural History Museum
Natural History Museum, Vienna - Herbarium W	Natural History Museum, Vienna - Herbarium W	10.15468/5sl7sh	Austria	Natural History Museum, Vienna - Herbarium W
Paleobiology Database	Paleobiology Database	10.15468/jfqhju	United Statesof America	VertNet
Paleobiology Database	Marine Science Institute, UCSB	10.15468/2durgn	United Statesof America	Marine Science Institute, UCSB
Phanerogamic Botanical Collections (S)	GBIF-Sweden	10.15468/yo3mmu	Sweden	GBIF-Sweden
Plant Specimen from Herbarium (CDBI) in China, Chengdu Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences	Chinese Academy of Sciences (CAS)	10.15468/pui83d	Chine	Chinese Academy of Sciences (CAS)
Plant Specimen from Herbarium (IBK) in China, Guangxi Institute of Botany,	Chinese Academy of Sciences (CAS)	10.15468/dk5gko	China	Chinese Academy of Sciences (CAS)

Таблица (продолжение)

	Chinese Academy of Sciences				
	Plant Specimen from Herbarium (NAS) in China, Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences	Chinese Academy of Sciences (CAS)	10.15468/r2la8h	China	Chinese Academy of Sciences (CAS)
	Polish gene bank – passport data of plants accessions which are important in human life	Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR) - National Research Institute	10.15468/uwiswv	Poland	University of Warsaw, Dept. of Ecology
	Polish seed gene bank – historical passport data of accessions	Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR) - National Research Institute	10.15468/71entb	Poland	University of Warsaw, Dept. of Ecology
	Pollen record of a sediment profile from Lake Teletskoye	PANGAEA – Publishing Network for Geoscientific and Environmental Data	10.1594/pangaea.726701	PANGAEA	PANGAEA – Publishing Network for Geoscientific and Environmental Data
	Royal BC Museum - Herbarium (V)	Royal British Columbia Museum	10.5886/yxupar	Canada	Université de Montréal Biodiversity Centre
	Royal Botanic Garden Edinburgh Living Plant Collections (E)	Royal Botanic Garden Edinburgh	10.15468/bkzv11	United Kingdom	Royal Botanic Garden Edinburgh
	Royal Botanic Gardens, Kew - Herbarium Specimens	Royal Botanic Gardens, Kew	10.15468/ly60bx	United Kingdom	Royal Botanic Gardens, Kew
	Rye, Barley, Oats Genetic Resources. N.I.Vavilov Research Institute of Plant Industry, St. Petersburg	N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR)	10.15468/spmpkr	Russian Federation	N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
	Tallinn Botanic Garden	PlutoF	10.15156/bio/587443	Estonia	PlutoF
	The New York Botanical Garden Herbarium (NY)	The New York Botanical Garden	10.15468/6e8nje	United States of America	The New York Botanical Garden
	The vascular plants collection (P) at the Herbarium of the Muséum national d'Histoire Naturelle (MNHN - Paris)	MNHN - Muséum national d'Histoire Naturelle	10.15468/nc6rxy	France	MNHN - Muséum national d'Histoire Naturelle
	Tropicos Specimen Data	Missouri Botanical Garden	10.15468/hja69f	United States of America	Missouri Botanical Garden
	UAM Herbarium (ALA), Cryptogam Collection (Arctos)	University of Alaska Museum of the North	10.15468/bdwzth	United States of America	University of Alaska Museum of the North

Таблица (окончание)

	United States National Plant Germplasm System Collection	US National Plant Germplasm System	10.15468/ce7fox	United States of America	US National Plant Germplasm System
	University of British Columbia Herbarium (UBC) - Bryophytes Collection	University of British Columbia	10.5886/5rr9fbb6	Canada	Université de Montréal Biodiversity Centre
	University of Michigan Herbarium	University of Michigan Herbarium	10.15468/nl8bvi	United States of America	University of Michigan College of Literature, Science & Arts
	University of Vienna, Institute for Botany - Herbarium WU	University of Vienna, Institute for Botany - Herbarium WU	10.15468/tj8wm	Austria	University of Vienna, Institute for Botany - Herbarium WU
	Virtual Herbarium ALTB (South-Siberian Botanical Garden)	Altai State University	10.15468/y6xmme	Russian Federation	Institute of Mathematical Problems of Biology, Russian Academy of Sciences

В Алтайском государственном университете крупнейшим поставщиком данных в GBIF о растениях АГС является Гербарий ALTB (Vaganov, 2018).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-44-220004\_p\_a

#### ЛИТЕРАТУРА

- Камелин П. В.* Материалы по истории флоры Азии. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 1998. – 239 с.
- Флора Алтая* / Коллектив авторов. Т. 1. Отв. ред. и ред. тома П. В. Камелин. – Барнаул: АзБука, 2005. – 340 с.
- Filippova N. V., Filippov I. V., Schigel D. S., Ivanova N. V., Shashkov M. P.* Biodiversity informatics: global trends, national perspective and regional progress in Khanty-Mansi Autonomous Okrug // *Environmental dynamics and global climate change*, 2017. – Vol. 8, № 2. – С. 46–56.
- GBIF – Global Biodiversity Information Facility. URL: <http://www.gbif.org> (accessed on 10.03.2019).
- Olson D. M., Dinerstein E.* The global 200: Priority ecoregions for global conservation // *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2002. – Vol. 89, № 2. – P. 199–224.
- Vaganov A. V.* Prospects for studying and preserving the biodiversity of the Altai-Sayan ecoregion in the context of the development of open databases // *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. – Vol. 8, № 2. – P. 380–382. DOI: 10.15421/2018\_357