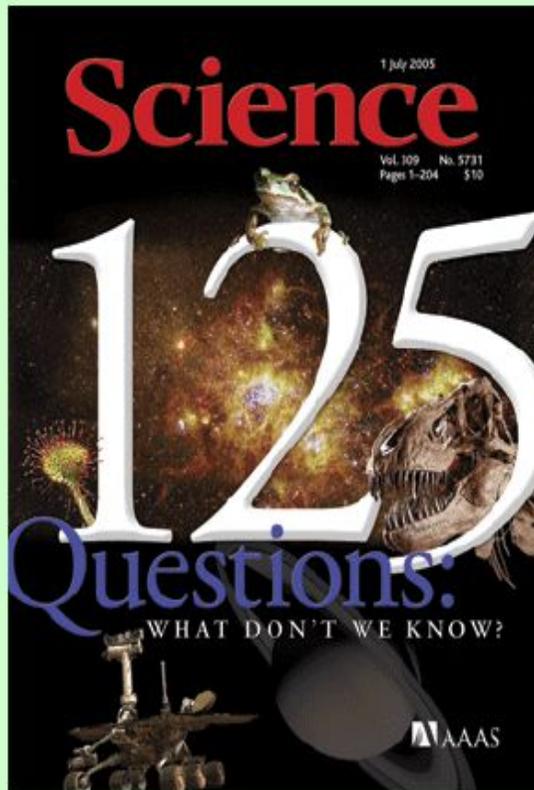


ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С РАЗНЫМИ БАЗАМИ ДАННЫХ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ РАСТЕНИЙ И ОПЫТ КОНСОЛИДАЦИИ ДАННЫХ РАЗЛИЧНОГО ФОРМАТА

Санданов Д.В.

*Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН*

г. Улан-Удэ



WHAT DON'T WE KNOW?

Special Section

What Determines Species Diversity ?

Countless species of plants, animals, and microbes fill every crack and crevice on land and in the sea. They make the world go 'round, converting sunlight to energy that fuels the rest of life, cycling carbon and nitrogen between inorganic and organic forms, and modifying the landscape.

In some places and some groups, hundreds of species exist, whereas in others, very few have evolved; the tropics, for example, are a complex paradise compared to higher latitudes. Biologists are striving to understand why. The interplay between environment and living organisms and between the organisms themselves play key roles in encouraging or discouraging diversity, as do human disturbances, predator-prey relationships, and other food web connections. But exactly how these and other forces work together to shape diversity is largely a mystery.

The challenge is daunting. Baseline data



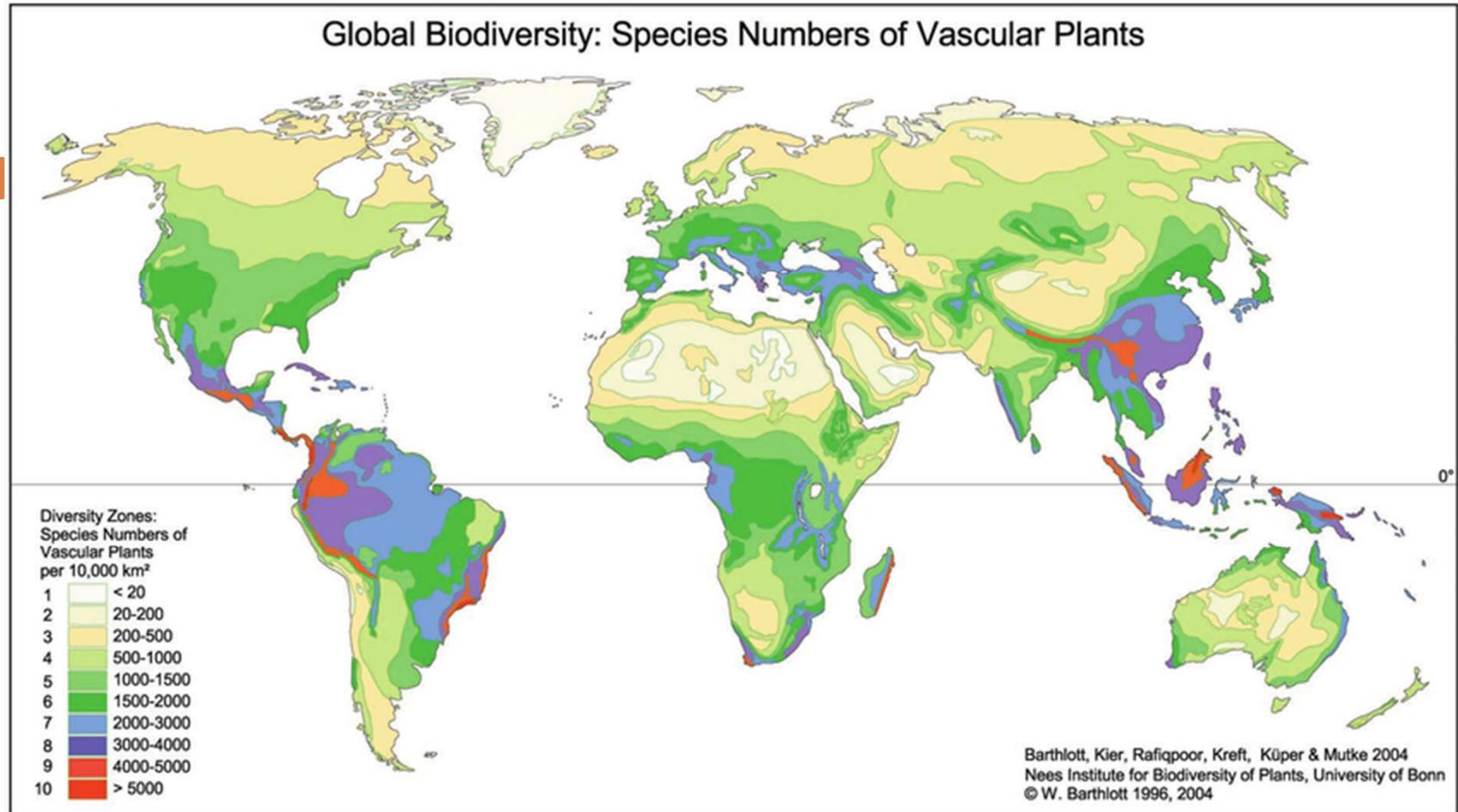
from marine microbes, should improve baseline data, but they will barely scratch the surface. Models that predict when one species will split into two will help. And an emerging discipline called evo-devo is probing how genes involved in development contribute to evolution. Together, these efforts will go a long way toward clarifying the history of life.

Paleontologists have already made headway in tracking the expansion and contraction of the ranges of various organisms over the millennia. They are finding that geographic distribution plays a key role in speciation. Future studies should continue to reveal large-scale patterns of distribution and perhaps shed more light on the origins of mass extinctions and the effects of these catastrophes on the evolution of new species.

From field studies of plants and animals, researchers have learned that habitat can influence morphology and behavior—particularly sexual selection—in ways that hasten or slow down speciation. Evolutionary biologists have also discovered that speciation can stall out, for example, as separated populations become reconnected, homogenizing genomes that would otherwise diverge. Molecular forces, such as low muta-

ED: HANFRED TOEBOGHE/REUTERS

- Одним из ключевых вопросов мировой науки является изучение закономерностей распространения и разнообразия видов. Поэтому выявление закономерностей формирования ареалов растений и животных является фундаментальной проблемой, которая тесно связана с историей видов в контексте глобальной и локальной эволюции природной среды.



- Разработка различных баз данных по распространению растений является актуальной задачей биогеографии.
- В современных исследованиях широко используется информация по распространению видов из различных открытых баз данных и процесс интеграции таких гетерогенных данных представляет определенную сложность для исследователей (König et al., 2019).

Macroecology in the age of Big Data – Where to go from here?

Rafael O. Wüest¹  | Niklaus E. Zimmermann¹  | Damaris Zurell²  |
Jake M. Alexander³  | Susanne A. Fritz^{4,5}  | Christian Hof⁶  | Holger Kreft⁷  |
Signe Normand⁸  | Juliano Sarmiento Cabral⁹  | Eniko Szekely¹⁰  | Wilfried Thuiller¹¹  |
Martin Wikelski^{12,13}  | Dirk Nikolaus Karger¹ 

RESEARCH

Open Access

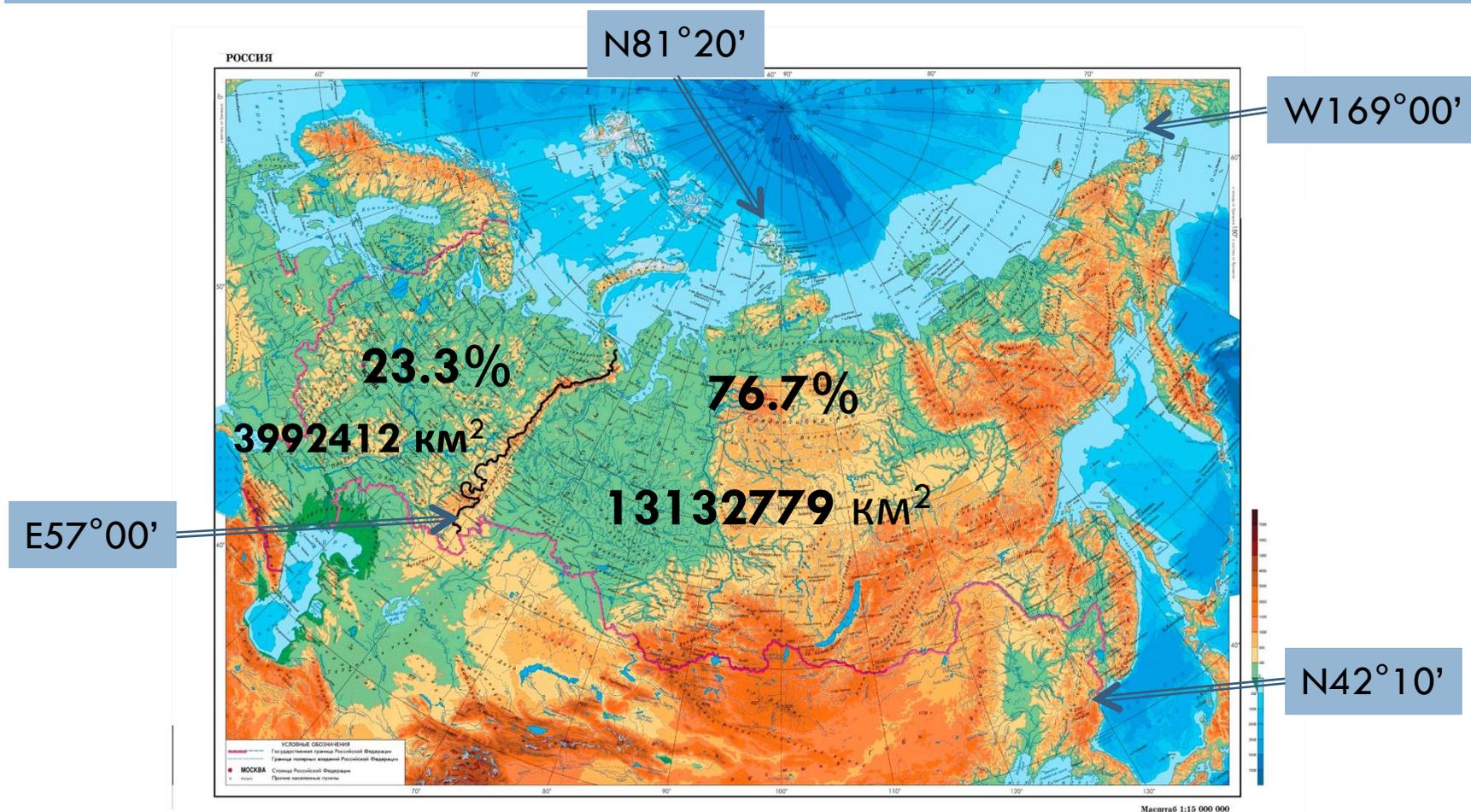
Big data of tree species distributions: how big and how good?



Josep M. Serra-Díaz^{1,4*} , Brian J. Enquist², Brian Maitner², Cory Merow³ and Jens-C. Svenning^{1,4}

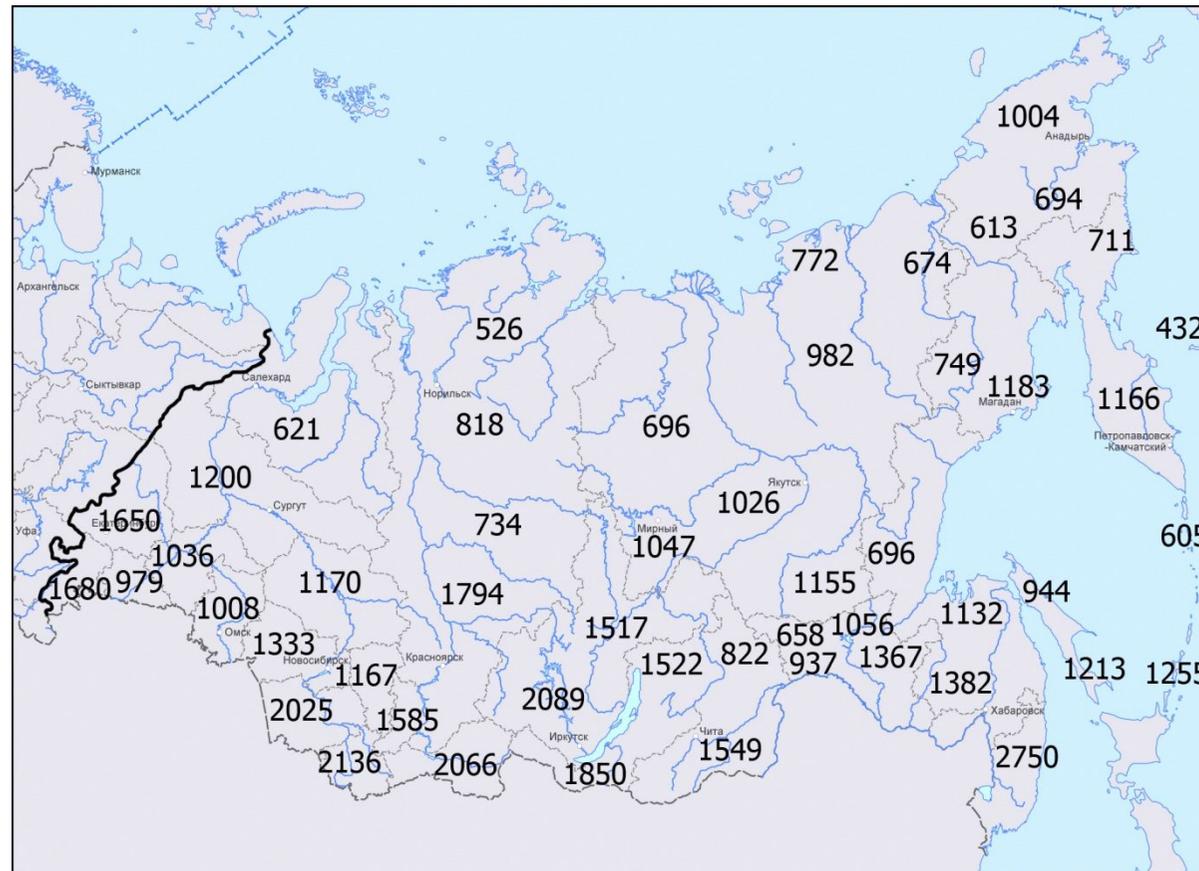
- Большие массивы данных открывают много возможностей, но вместе с этим исследователи сталкиваются с новыми проблемами и трудностями.
- Помимо работы с большим объемом информации существует проблема консолидации данных, зачастую весьма разнородных. Тут и возникает вопрос о предвзятости и неопределенности использования этих данных.
- Поэтому при таких исследованиях необходим стандартизированный сбор данных, адекватные методы и процессы интеграции данных, наработка новых подходов для анализа данных.

Азиатская Россия



Площадь Российской Федерации – **17125191 км²**

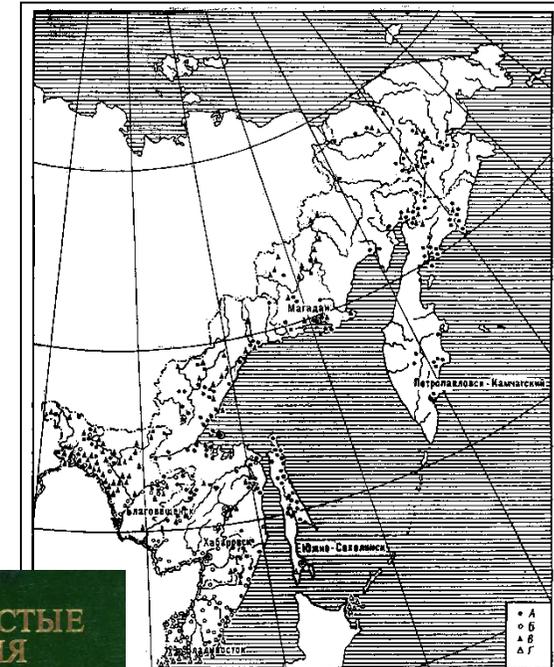
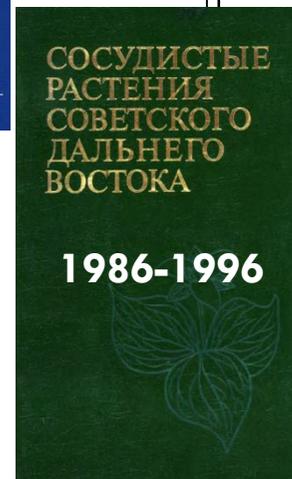
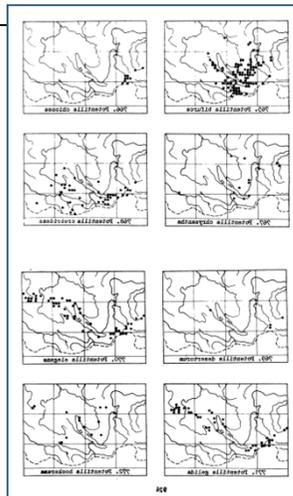
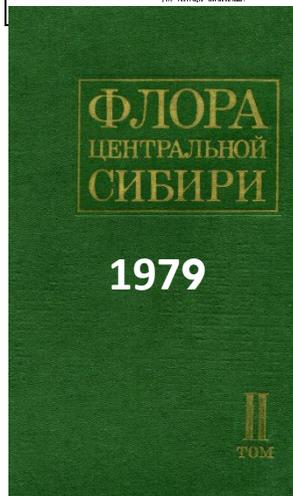
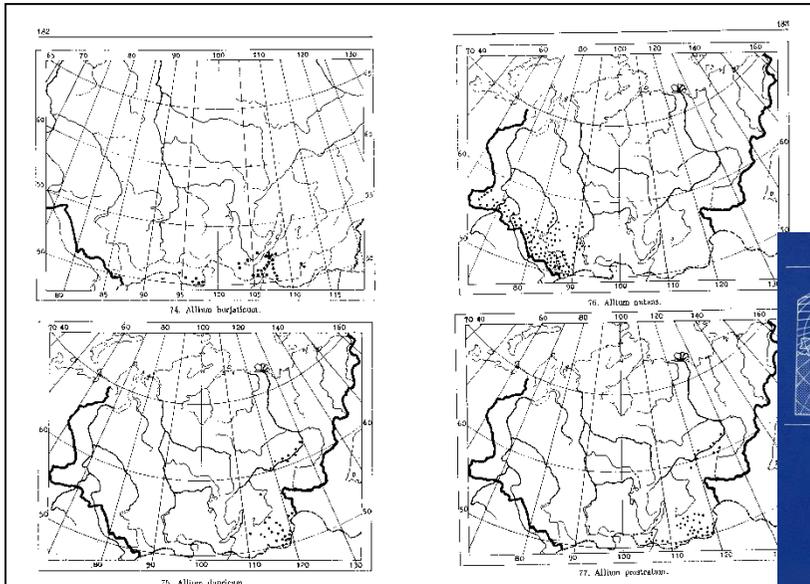
Региональное разнообразие сосудистых растений



Источники по распространению видов растений

- **Публикации**
 - ▣ Атласы и флоры регионов с картами распространения
 - ▣ Конспекты региональных и локальных флор
 - ▣ Красные книги
- **Региональные гербарии и неопубликованные данные**
- **Онлайновые источники**
 - ▣ Цифровой гербарий
 - ▣ Онлайновые данные по распространению растений
- **Геоботанические описания**

Атласы и флоры регионов с картами распространения



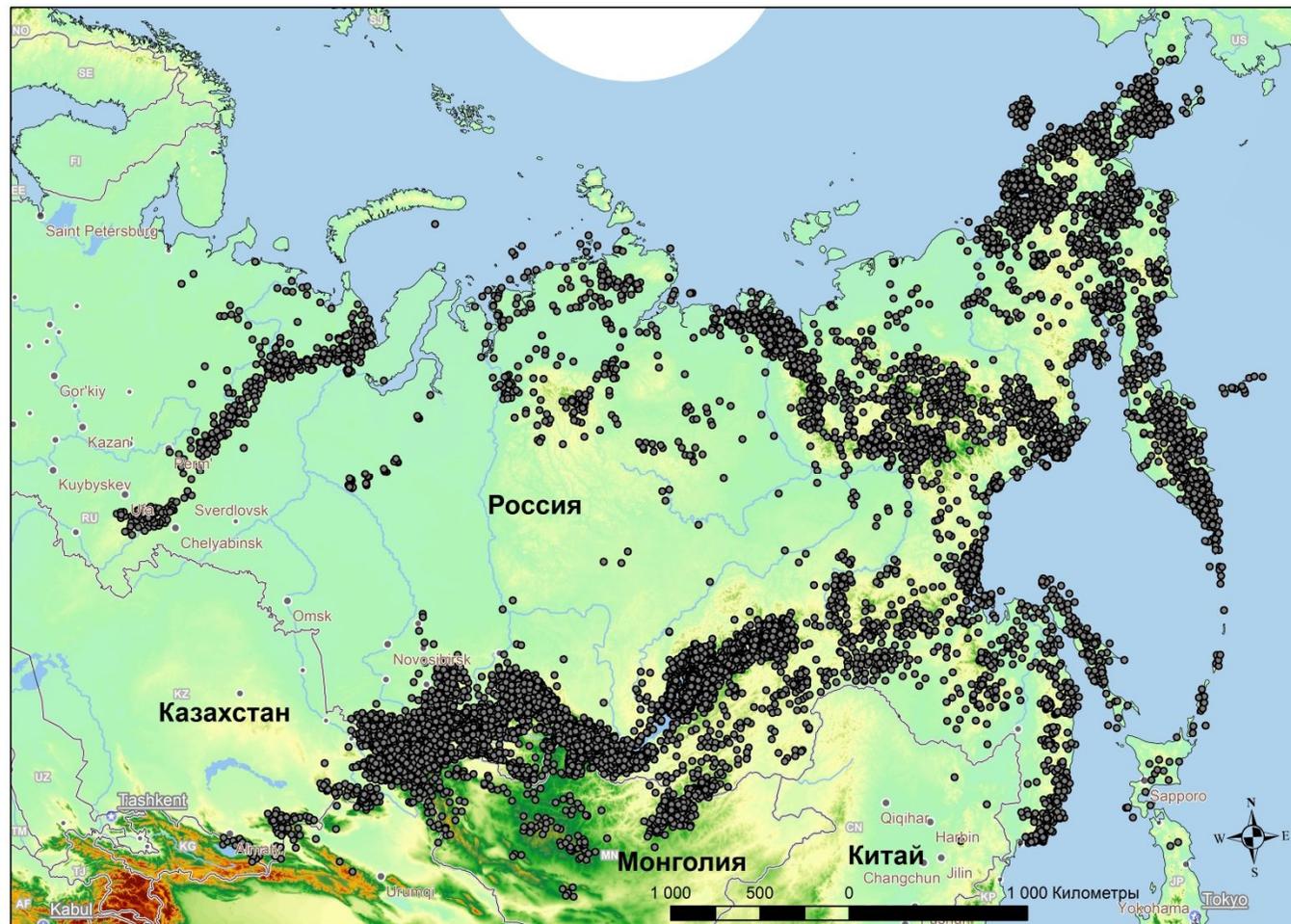
— *Betula middendorffii*, B — *B. ovalifolia*, B — *B. fruticosa*, Г — *Alnus japonica*.

— Общ. распр.: Яп.-Кит. (Сев.-Вост. Китай, п-ов Корея). — Забаров: «Am. Mitteleim Amur oberhalb der Gorin-Mündung, 25 VII 1858» (тип — LE).

Этот к следующему виду и нередко рассматривается как подвид *B. fruticosa* сибир. (тип) Китай, 1939, Rep. Inst. Sci. Res. Manch. 3: 165 (Lin. Fl. Manch.). Упоминавшийся Огуревский (1966) *B. reticulata* Rupr. (1857, Bull. Phys.-Math. Acad. Sci. Pétersbourg, описан по гибридам (*B. ovalifolia* × *B. fruticosa*) выс. Известен гибрид *B. ovalifolia* × 2n = 56 (Третьяков, Соколовская, 1994).

B. fruticosa Pall. 1776, Reise Russ. Reich, 3: 738. — *B. extremorientalis* Vassil. 1936, Вестн. Дальневост. фил. АН СССР, 21: 161. — Соколовская.

Эндемичные высокогорные растения Северной Азии (1974)



Массив данных составляет 13703 точек распространения 228 видов. Наибольшее число точек обозначено для таких видов как *Betula divaricata* Ledeb. [*B. middendorffii* Trautv. & C.A. Mey auct.] (415) и *Rhododendron aureum* Georgi (401), тогда как ряд видов (*Saussurea ajanensis* (Regel) Lipsch., *S. sajanensis* Gudoshn., *Carex karacolica* Polozh.) представлен единичными местонахождениями.

Имеющийся массив представляет ценность, т.к. на сегодня в доступе имеется много климатических, биоклиматических и других пространственных данных для высокогорий.

Конспекты региональных флор

- Изучено 50 источников
- Для 27 регионов подготовлены списки видов
- Данные в формате таблиц MS Excel составляют на данный момент 312964 записей

No.	Family	Note	Advent	Endem	Species	Synonyms	Authors	Biblio_Rus
1255	Grossulariaceae				Ribes palczewskii		(Jancz.) Pojark.	Шлотгауз и др., 2001
1256	Grossulariaceae				Ribes pallidiflorum		Pojark.	Шлотгауз и др., 2001
1257	Grossulariaceae				Ribes pauciflorum		Turcz. ex Pojark.	Шлотгауз и др., 2001
1258	Grossulariaceae				Ribes procumbens		Pall.	Шлотгауз и др., 2001
1259	Grossulariaceae				Ribes triste		Pall.	Шлотгауз и др., 2001
1260	Haloragaceae				Myriophyllum sibiricum		Kom.	Шлотгауз и др., 2001
1261	Haloragaceae				Myriophyllum spicatum		L.	Шлотгауз и др., 2001
1262	Haloragaceae				Myriophyllum ussuriense		(Regel) Maxim.	Шлотгауз и др., 2001
1263	Haloragaceae				Myriophyllum verticillatum		L.	Шлотгауз и др., 2001
1264	Hemerocallidaceae				Hemerocallis coreana		Nakai	Шлотгауз и др., 2001
1265	Hemerocallidaceae				Hemerocallis esculenta		Koidz.	Шлотгауз и др., 2001
1266	Hemerocallidaceae				Hemerocallis lilio-asphodelus		L.	Шлотгауз и др., 2001
1267	Hemerocallidaceae				Hemerocallis middendorffii		Trautv. et C.A. Mey.	Шлотгауз и др., 2001
1268	Hemerocallidaceae				Hemerocallis minor		Mill.	Шлотгауз и др., 2001
1269	Hemionitidaceae				Coniogramme intermedia		Hieron.	Шлотгауз и др., 2001
1270	Hippuridaceae				Hippuris lanceolata		Retz.	Шлотгауз и др., 2001
1271	Hippuridaceae				Hippuris tetraphylla		L.	Шлотгауз и др., 2001
1272	Hippuridaceae				Hippuris vulgaris		L.	Шлотгауз и др., 2001
1273	Huperziaceae				Huperzia arctica		(Tolm.) Sipl.	Шлотгауз и др., 2001
1274	Huperziaceae				Huperzia chinensis		(Christ) Czer.	Шлотгауз и др., 2001
1275	Huperziaceae				Huperzia selago		(L.) Bernh. ex Schrat	Шлотгауз и др., 2001
1276	Huperziaceae				Huperzia serrata		(Thunb.) Rothm.	Шлотгауз и др., 2001
1277	Hydrangeaceae				Deutzia amurensis		(Regel) Airy Shaw	Шлотгауз и др., 2001

Флора Байкальской Сибири

Типы поиска: Поиск по базе данных, Список латинских названий, Список русских названий, Схема классификации.

Нуждающиеся в охране: Неофиты.

Словарь понятий и терминов, Источники данных, Войти.

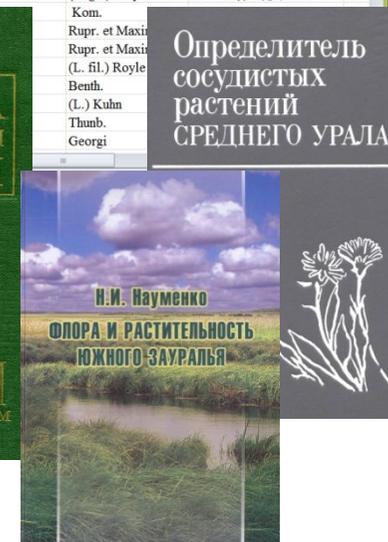
Libnetfo, НОЦ БАЙКАЛ

Аquilegia sibirica Lam.
Водосбор сибирский

Семейство: (лат.) Ranunculaceae (рус.) Лютиковые

Распространение в Байкальской Сибири: Иркутская область - местный, Забайкальский край - местный, Республика Бурятия - местный.

Местная охрана: Государственная охрана:



Региональные гербарии и неопубликованные данные

- Собрана большая коллекция фотоснимков гербария сосудистых растений с основных региональных гербариев (VLA, MAG, TK, NS, NSK, KRAS, ALTB, IRK, IRKU, UUN). Начаты работы по геопривязке гербарных этикеток.
- Имеется неопубликованная база данных по распространению травянистых восточноазиатских видов (Sandanov et al., 2017). На данном этапе база включает 11000 местонахождений видов на территории России, Монголии, Китая, Корейского полуострова и Японии.

Цифровой гербарий

<https://plant.depo.msu.ru/#>

- Гербарий Московского университета (MW)
- 1055972 образцов для 37705 видов растений доступны онлайн

The screenshot shows the website for the National Bank-Depositary of Living Systems (National Digital Herbarium of MSU). At the top, there are navigation tabs for "Микроорганизмы и грибы", "Растения", "Животные", "Биоматериалы человека", "Био. информация", and "...". Below the tabs is the logo of the "ДЕПОЗИТАРИЙ ЖИВЫХ СИСТЕМ «НОВЕ КОВЧЕГ»" and a language selector (RU/EN) with a login button "Вход в систему".

Navigation links include "О системе", "Коллекции", "Контакты", "Ссылки", "Инфраструктура", and "Цитировать".

Current statistics: "Сейчас в базе данных (гербарий, образцы ДНК, фотографии растений в природе):
Образцов: 1055972 | Изображений: 1043427 | Видов: 37705 | Геопривязок: 579440 | Этикеток + OCR: 426006 + 622635"

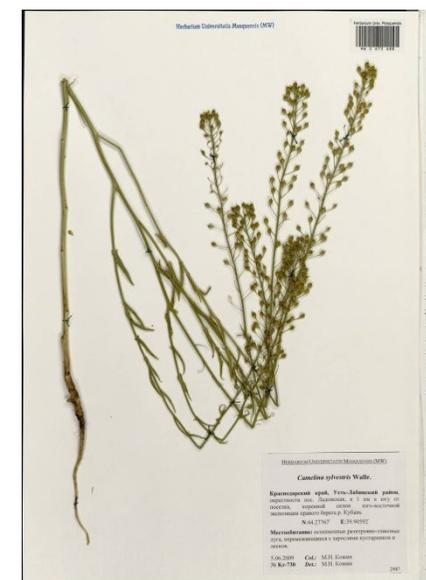
Search section: "Поиск" with fields for "Все поля", "Выше рода", "Род / Вид (лат., рус.)", and options for "Расширенный поиск" (Russian names, labels/OCR, taxonomic browser).

Collections section: "Коллекции" with fields for "Акроним", "Ключевое слово", and "Персоналия".

Main content area: "Национальный банк-депозитарий живых систем" and "Цифровой гербарий МГУ". Text describes the project's goal to create a multi-functional network storage of biological material. It mentions future work on various biological molecules and the creation of a depositary to preserve biodiversity and develop new uses for biological material.

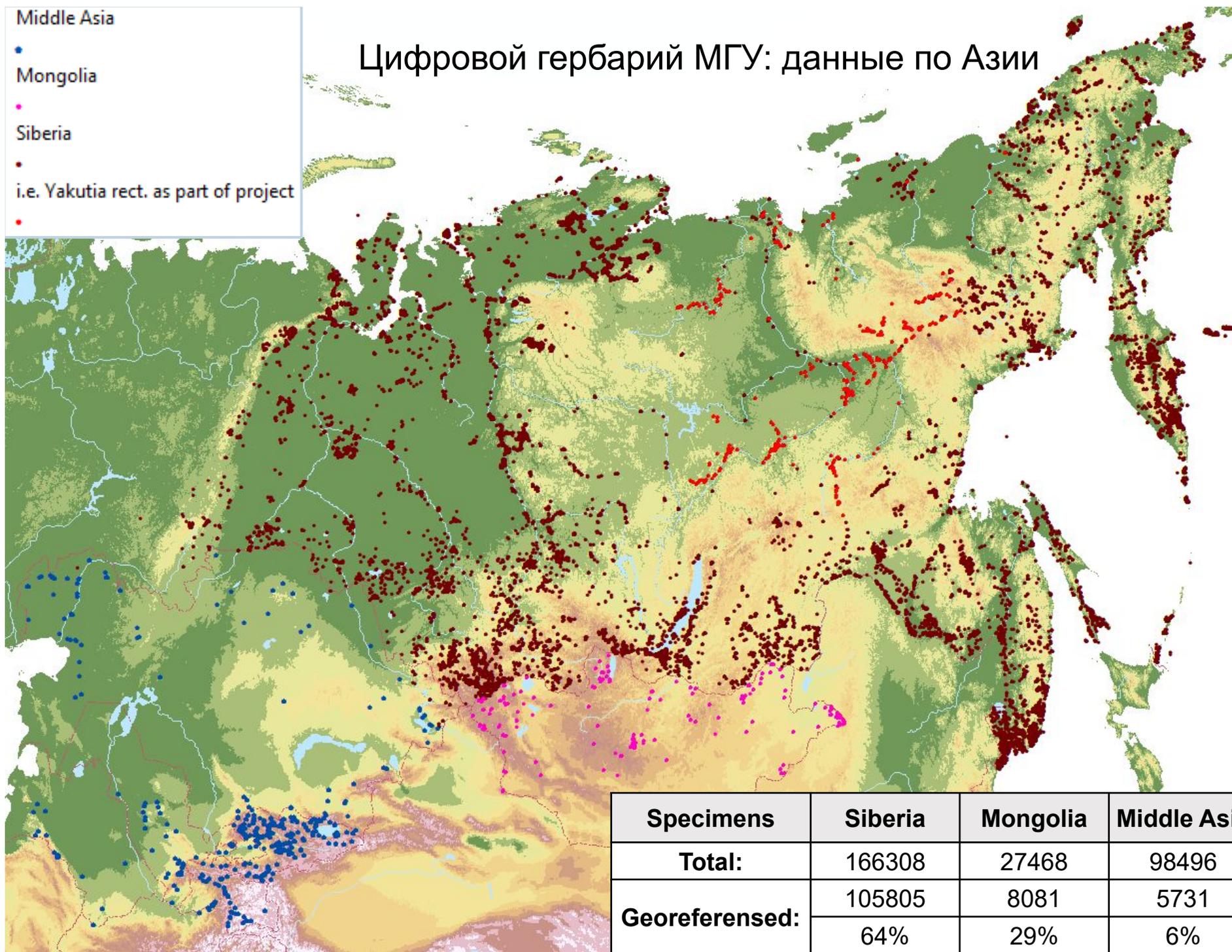
Other sections: "Атлас флоры России" (invite to contribute photos to iNaturalist) and "City Nature Challenge 2020: Москва" (invite to participate in the April 24-27 challenge).

579440
геопривязок



Цифровой гербарий МГУ: данные по Азии

- Middle Asia
- Mongolia
- Siberia
- i.e. Yakutia rect. as part of project



Specimens	Siberia	Mongolia	Middle Asia
Total:	166308	27468	98496
Georeferensed:	105805	8081	5731
	64%	29%	6%

Онлайновые данные по распространению растений

<https://www.inaturalist.org/projects/flora-of-russia>

iNaturalist Иследуйте Сообщество Ещё Вход или Регистрация

Флора России | Flora of Russia

Подробнее Участники 1718

"Флора России": портал для автоматического анализа данных по региональным проектам, посвященным сосудистым растениям России.

Данные для "Атласа флоры России" экспортируются в GBIF. Пожалуйста, в

[Подробнее >](#)

[Журнал проекта](#)

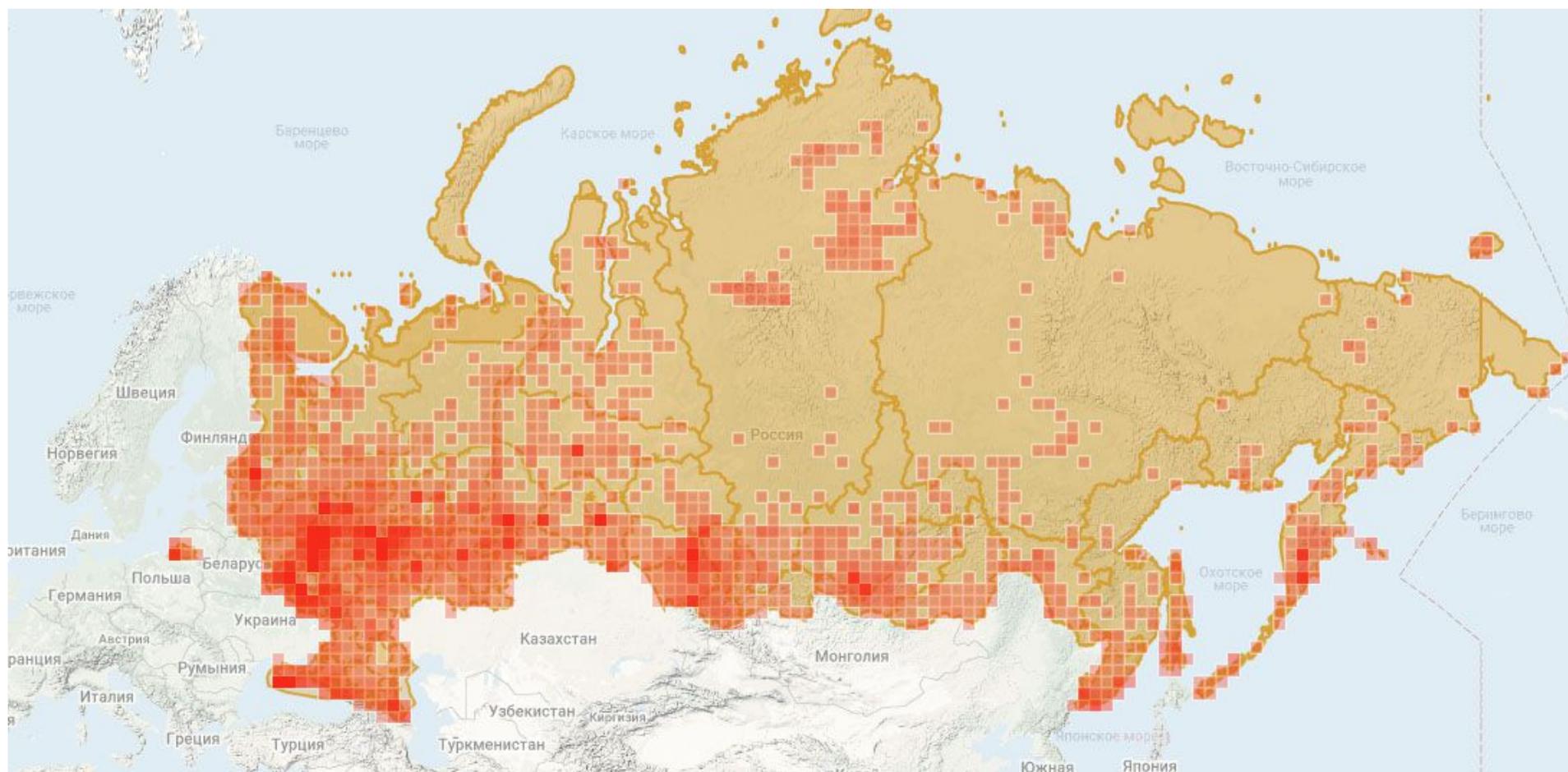
Обзор	754 583 НАБЛЮДЕНИЯ	6 867 ВИДОВ	3 953 ЭКСПЕРТА	10 063 НАБЛЮДАТЕЛЯ	Статистика
-------	-----------------------	----------------	-------------------	-----------------------	----------------------------

Лидер

Сортировать по: [Наблюдения](#) | [Вид](#) | [Наблюдатели](#)

	Флора Подмосковья Moscow Oblast Flora	73 571
	Флора Москвы Flora of Moscow	66 298
	Флора Брянской области Bryansk Oblast Flora	35 022
	Флора Тульской области Tula Oblast Flora	27 478
	Флора Нижегородской области Nizhny Novgorod Oblast Flora	26 830

Проект «Флора России» на iNaturalist



По состоянию на 15.12.2020 для территории Азиатской России отмечено 228168 местонахождения для 4563 видов

Онлайновые данные по распространению растений

<http://www.agroatlas.ru/>

Агроэкологический атлас России и сопредельных стран:
экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения

Карты распространения **100** сельскохозяйственных культур
560 диких родичей

English

Поиск

[Введение](#) [Создатели](#) [Контакты](#) [Библиография](#) [Скачать](#) [ГИС школа](#) [Журнал BioGIS](#)

Культурные растения и их дикие родичи
[Культуры](#)
[Родичи](#)

Вредные объекты
[Болезни](#)
[Вредители](#)
[Сорные растения](#)

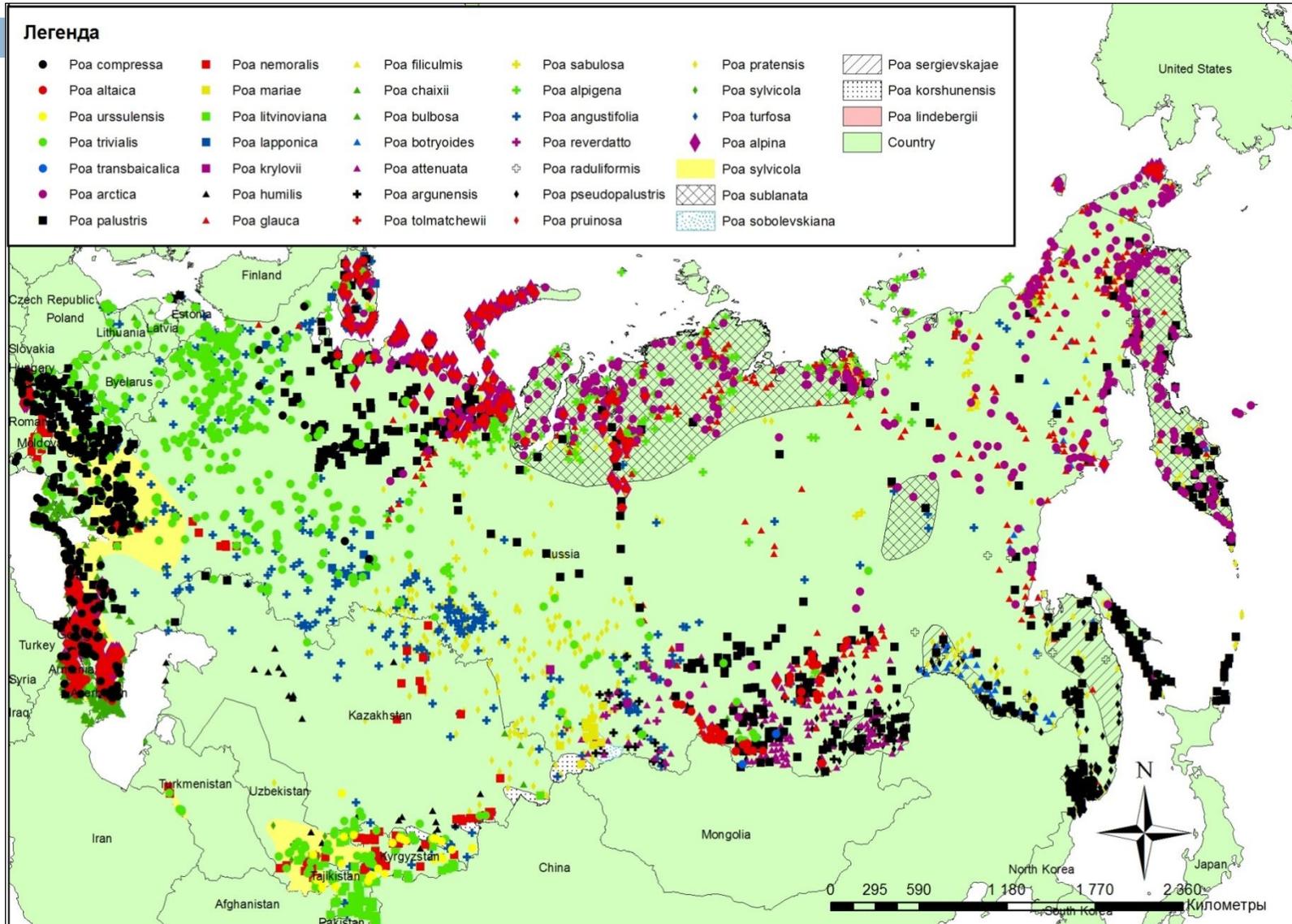
Агроэкология
[Климат](#)
[Почвы](#)
[Растительность](#)

Главная

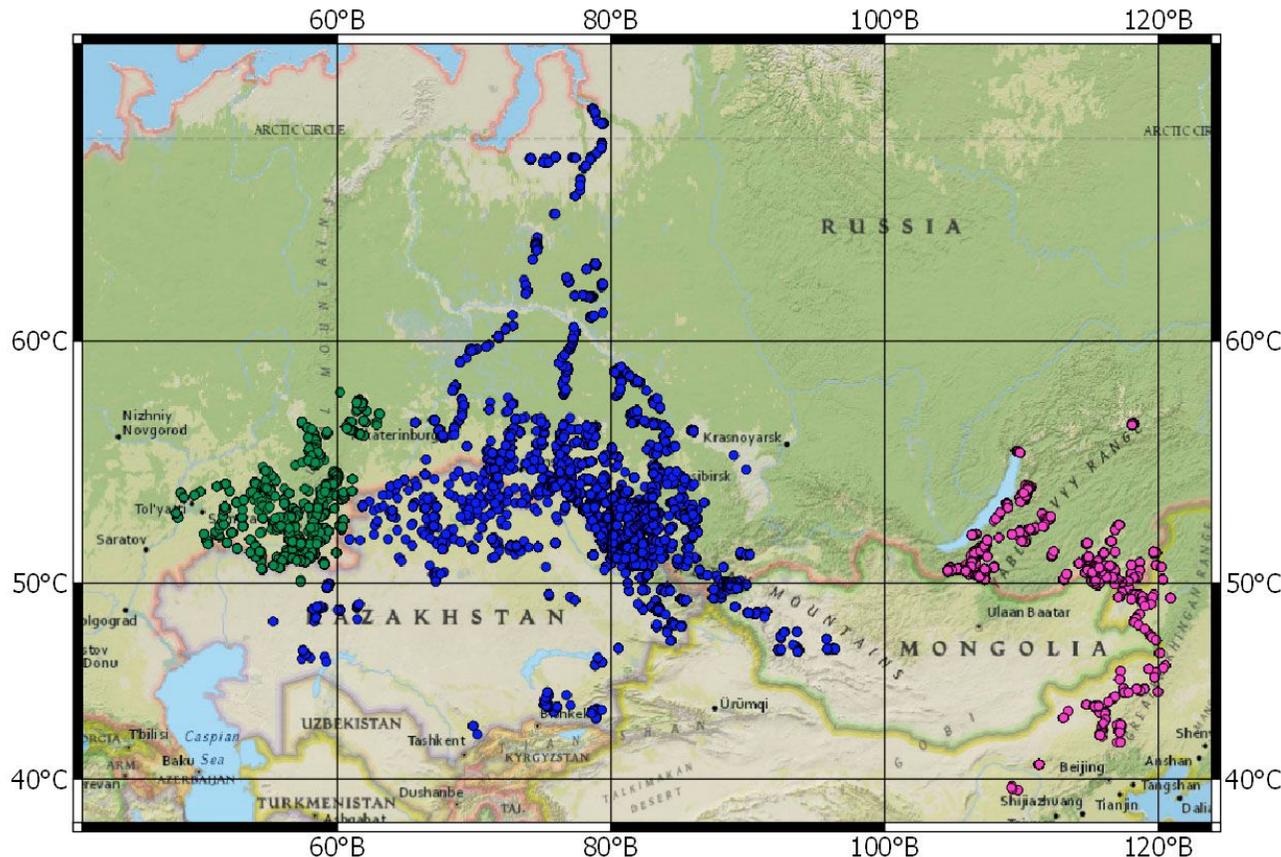
DVD-версия содержит карты в открытом ГИС-формате и имеет специальную программную оболочку для работы с компьютерными картами. ГИС слои карт можно бесплатно скачать с сайта.

Распространение видов рода *Poa* L.

<http://www.agroatlas.ru/>



Геоботанические описания



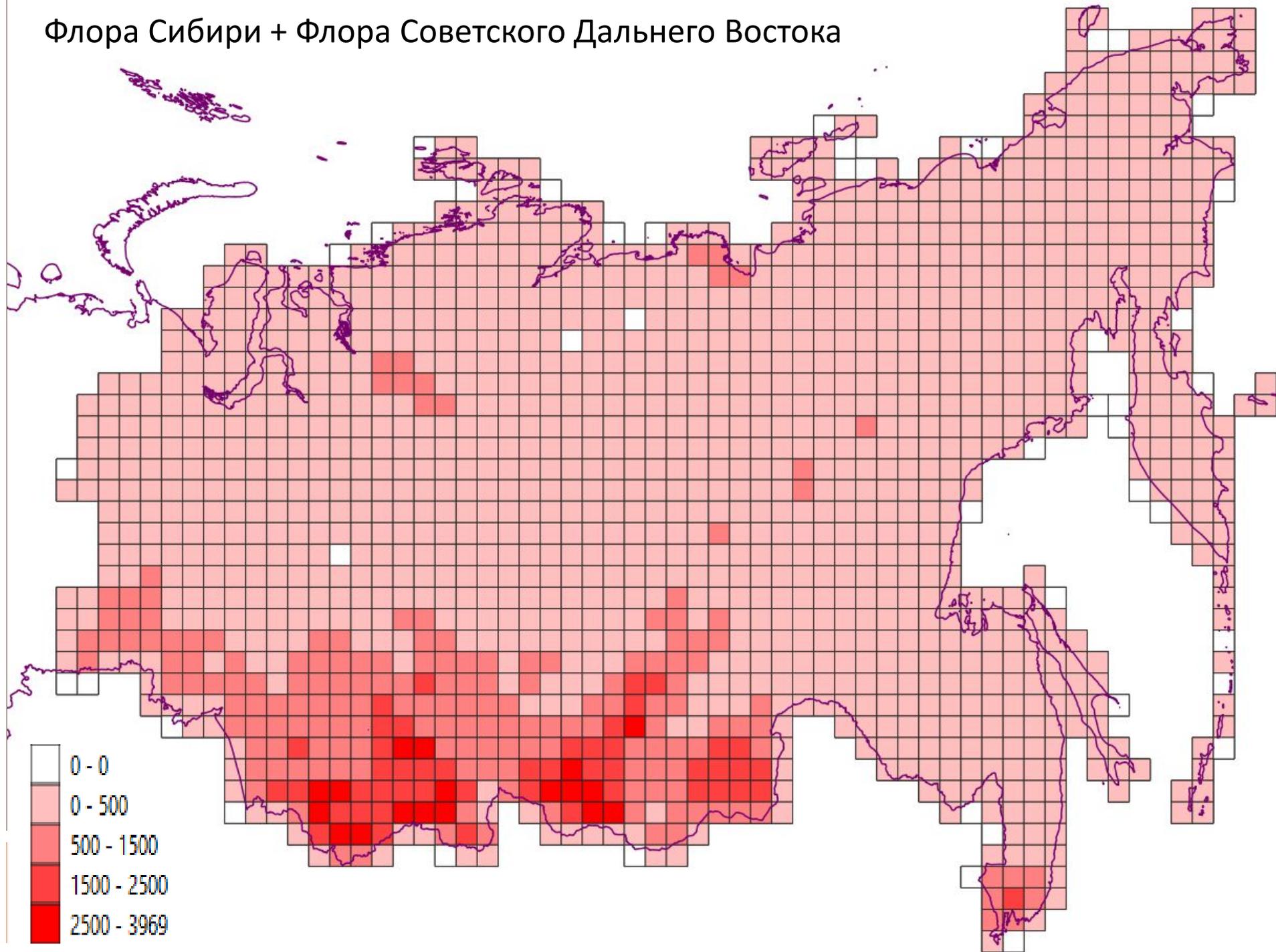
- База данных растительности Сибири ~**31000** описаний (Korolyuk, Zverev, 2012)
- Например, для степей Забайкалья в наличии имеется 3970 описаний и более 103400 геопривязок для видов

База данных по растительности ветландов Байкальской Сибири >**2500** описаний и около **12000** геопривязок (Серпинова, 2012).

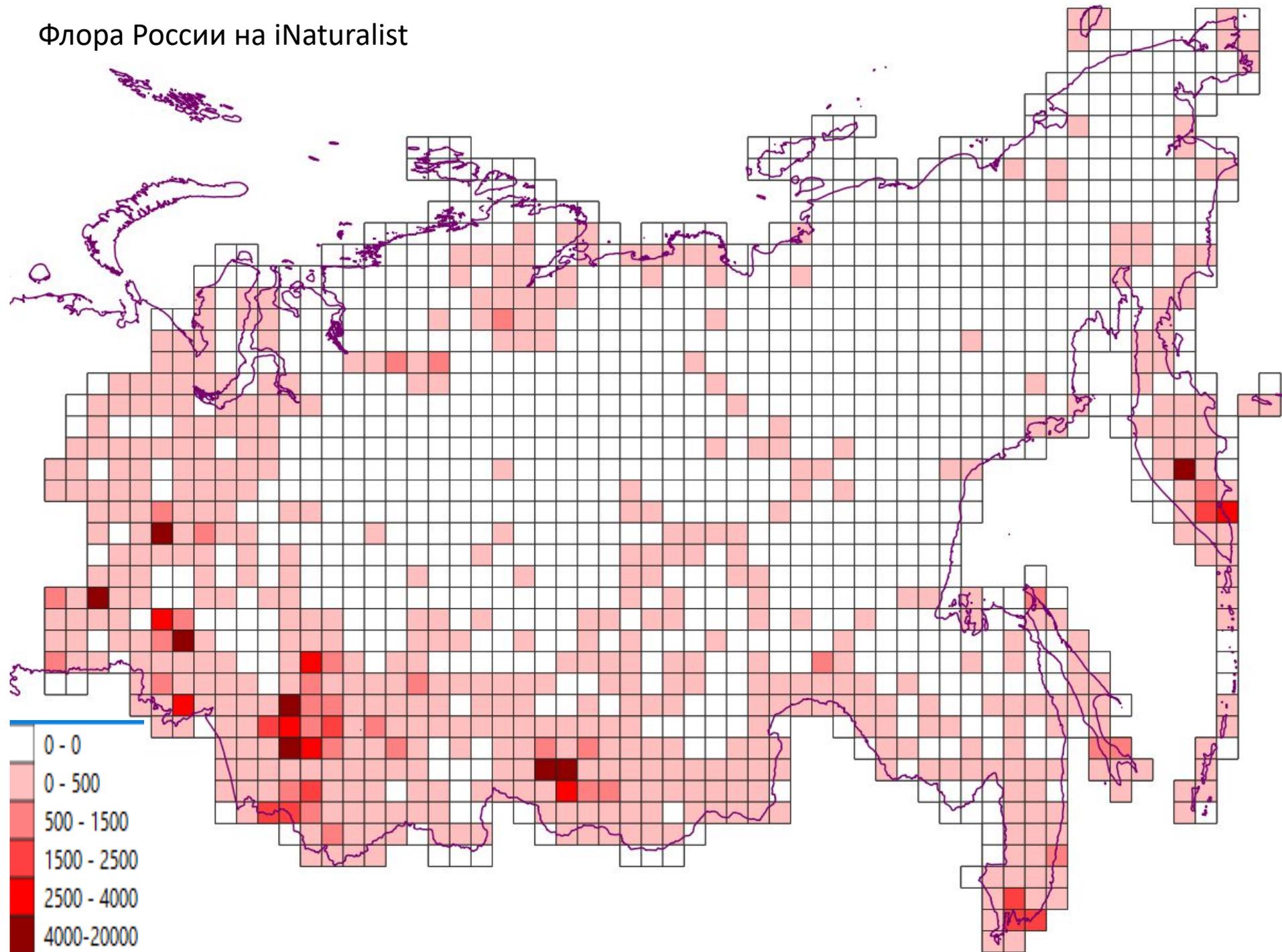
Источник	Число видов и подвидов	Число геопривязок
<i>Флористические списки и флоры регионов с картами распространения растений</i>		
Флора Сибири (1987–2003)	2567	398946
Сосудистые растения советского Дальнего Востока (1985–1996)	4084	129398
Арктическая флора СССР (1964-1987)*	1031	63904
Флоры различных регионов Азиатской России	5872	312964
Флора Центральной Сибири (1979)	1284	34893
Эндемичные высокогорные растения Северной Азии (1974)*	231	13433
<i>Пользовательские базы данных</i>		
Оцифрованные региональные гербарии	267	6432
База данных по распространению видов рода <i>Oxytropis</i> Азиатской России	166	6582
База данных геоботанических описаний Сибири [Korolyuk, Zverev, 2012]	2381	461793
<i>Информация по распространению растений в свободном доступе</i>		
Агроатлас (http://www.agroatlas.ru)*	533	49518
Цифровой гербарий МГУ*	4838	106443
iNaturalist «Флора России»*	4563	228168
ИТОГО	8146	1812474

Примечание: звездочками отмечены источники, в которых приводилась информация по распространению растений на территории России и сопредельных стран. В таблице представлены только данные по Азиатской России.

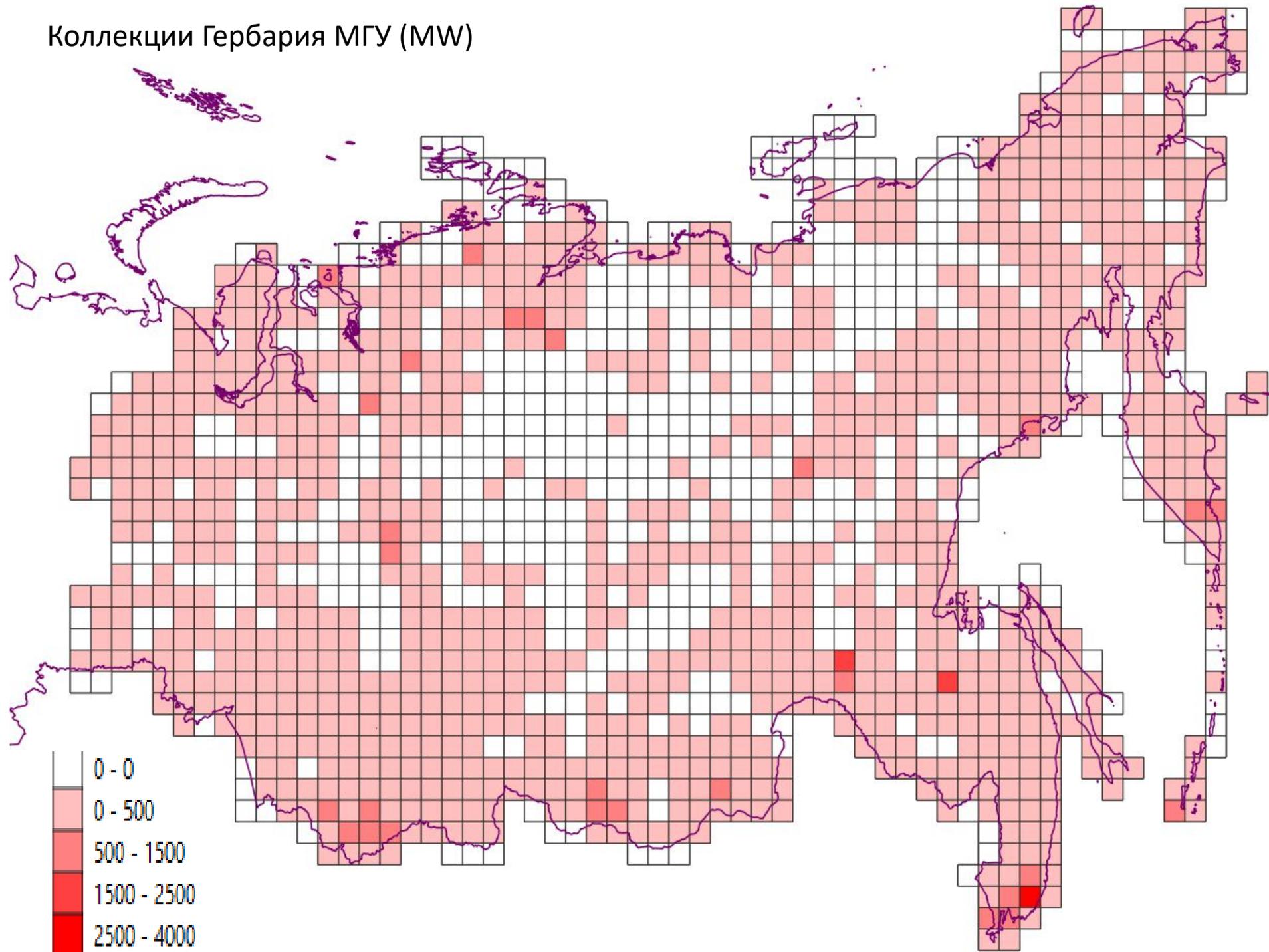
Флора Сибири + Флора Советского Дальнего Востока



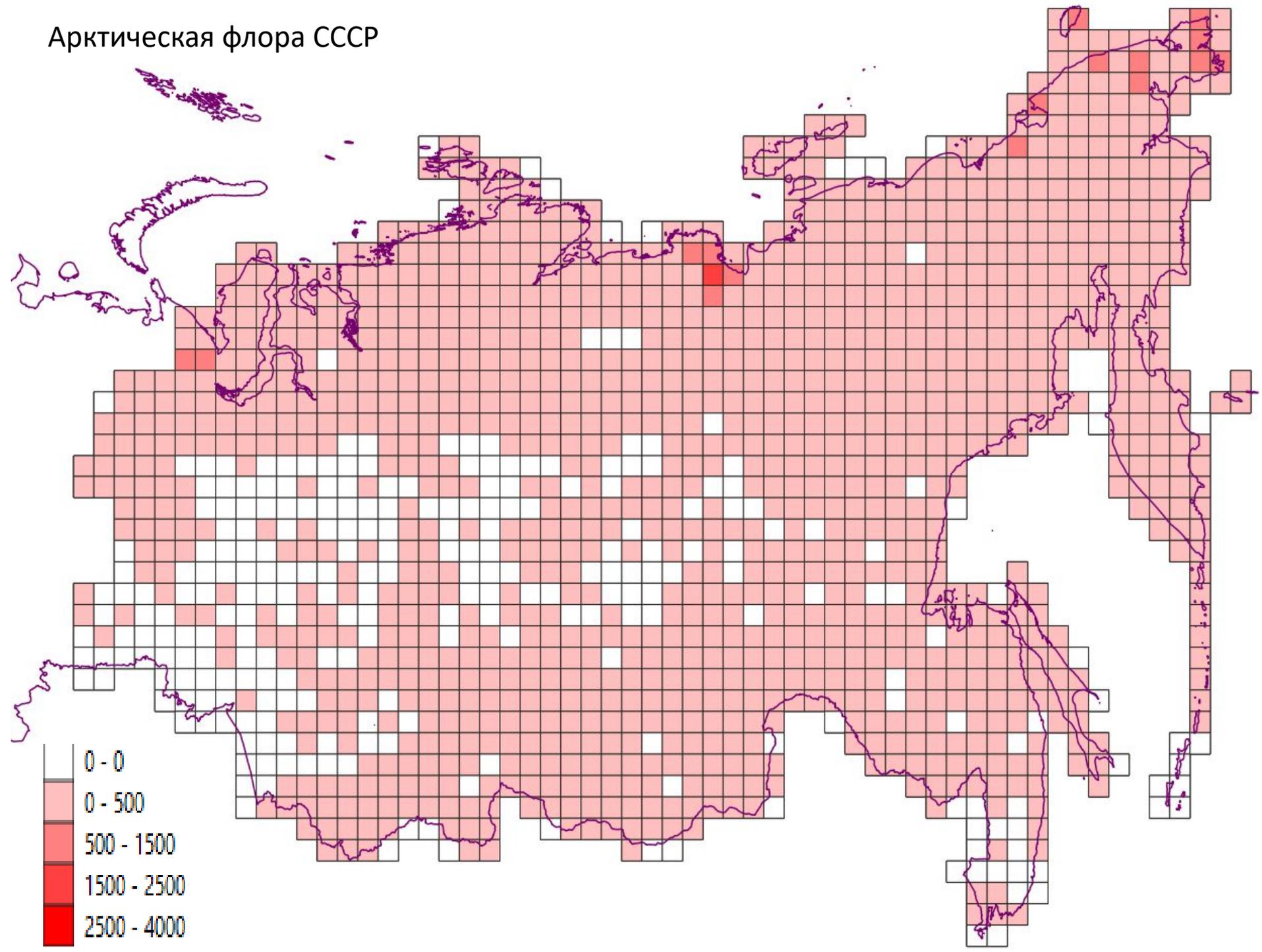
Флора России на iNaturalist



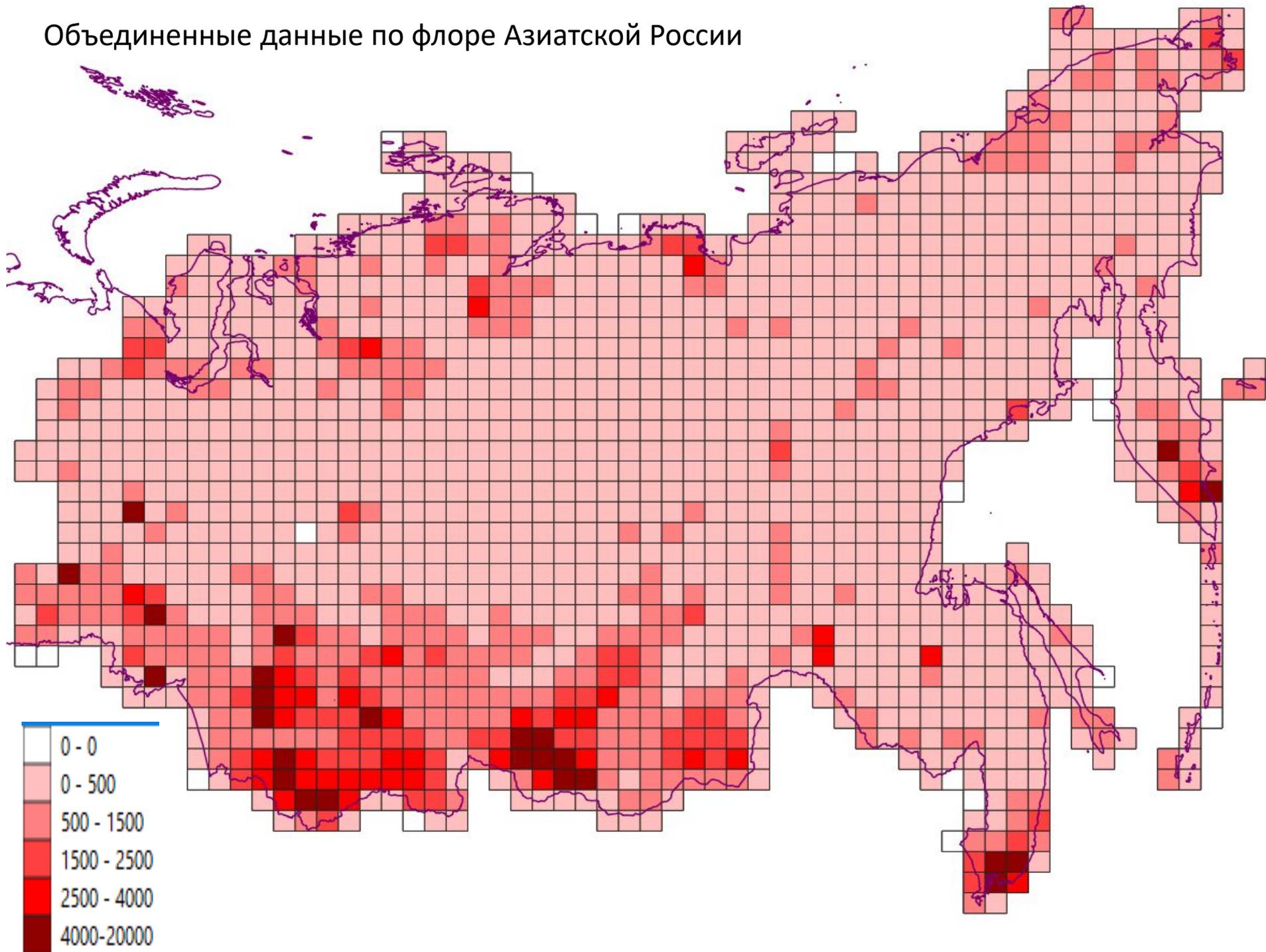
Коллекции Гербария МГУ (MW)



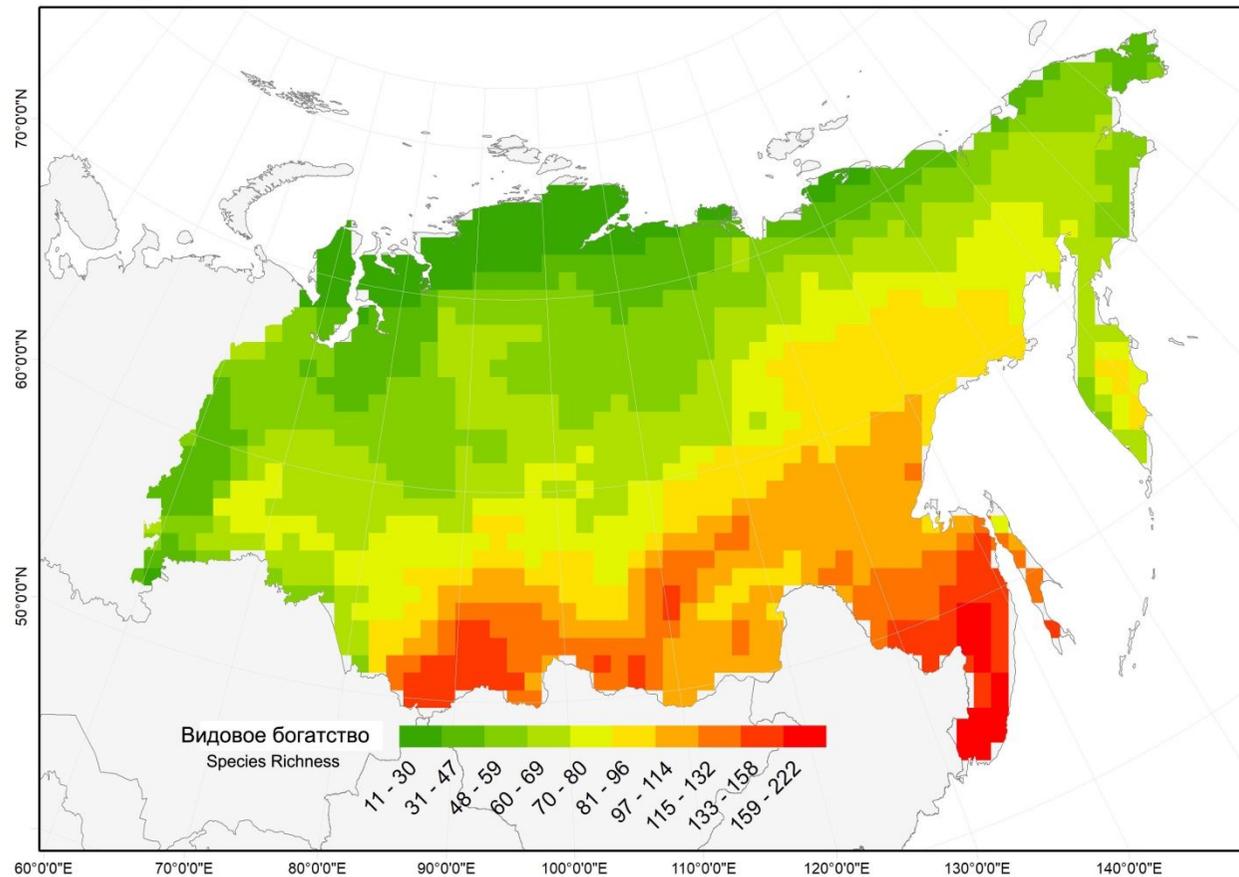
Арктическая флора СССР



Объединенные данные по флоре Азиатской России

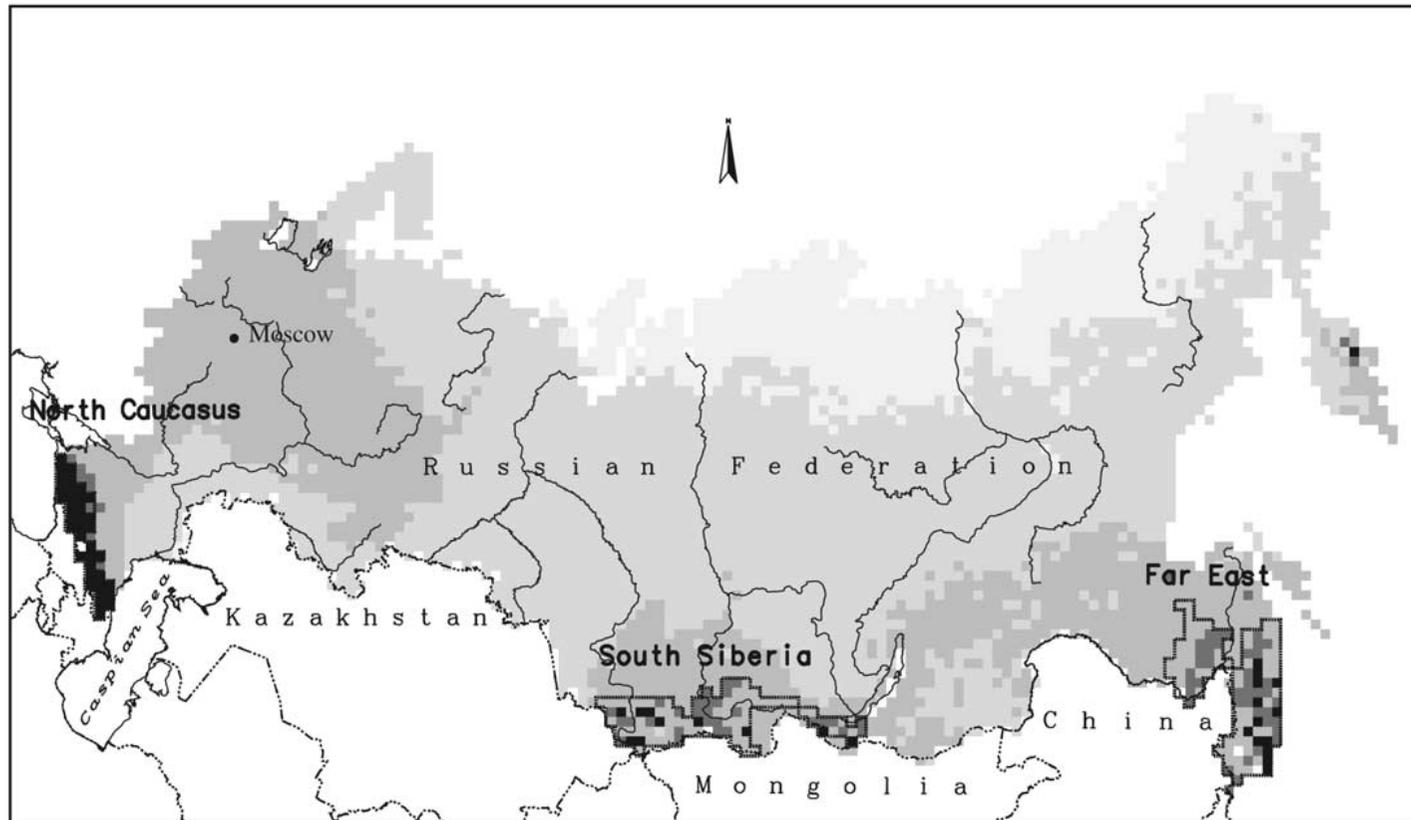


Видовое богатство древесных растений Азиатской России



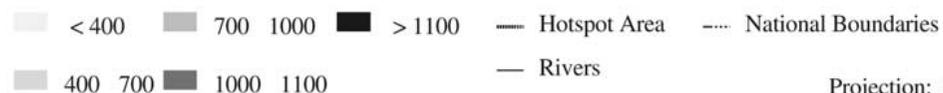
- Видовое богатство древесных растений на изучаемой территории варьировало от 11 до 222 видов на 10000 км²
- Основная часть Азиатской России характеризуется значениями от 30 до 115 видов на 10000 км².

Центры разнообразия сосудистых растений России



Venevsky S.,
Venevskaya I.
(2005)
Biological
Conservation

Number of vascular plant species per 2500 km²



Kilometers
0 600 1200 1800

Projection: Lambert Conic, Central Meridian 100° East

- Распределение флористического разнообразия древесных в некоторой степени согласуется с предыдущими исследованиями, где юг Сибири и юго-восток Дальнего Востока выделены как ключевые участки с максимальным разнообразием сосудистых растений.

Экологические переменные

Данные по климату и топографии

WorldClim-Global Climate Data
(<http://www.worldclim.org>)

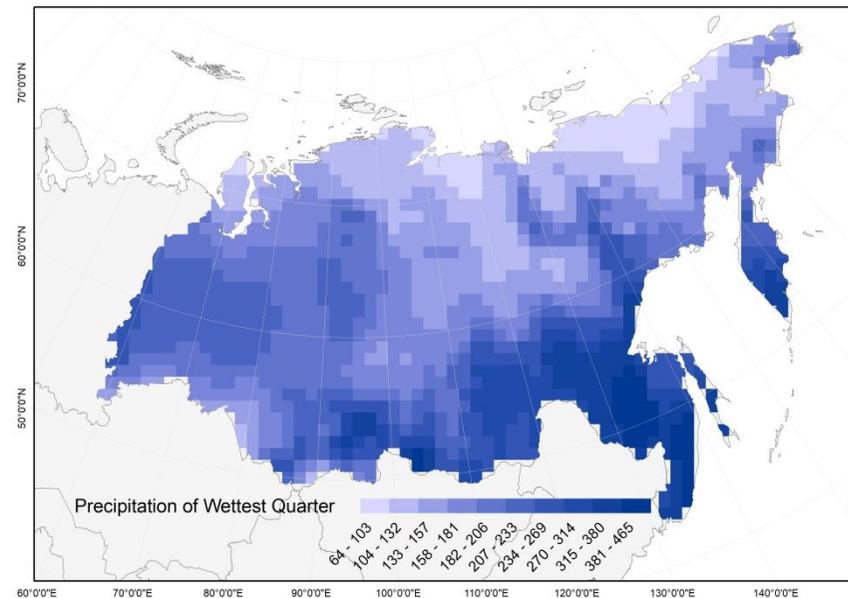
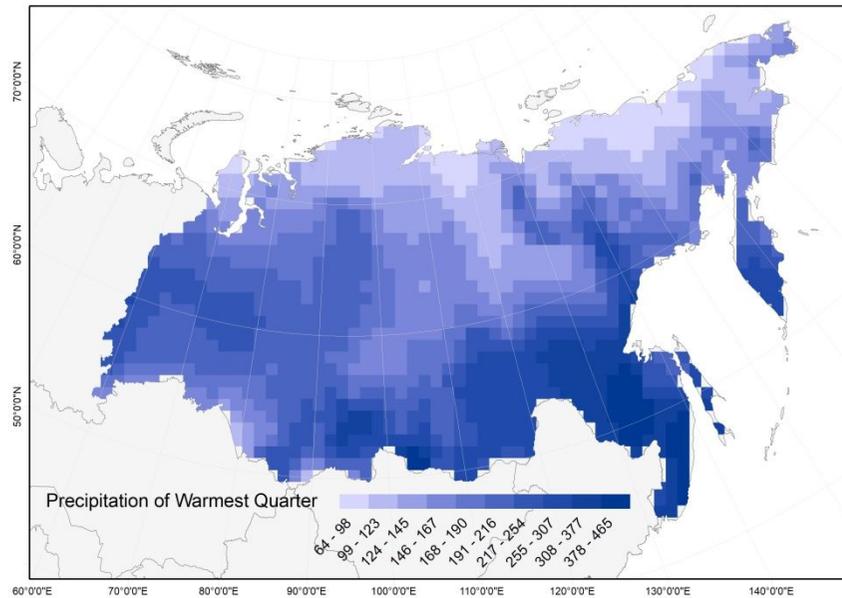
Данные за 1950-2000 гг. в разрешении 1 arc-минута

Метод моделирования

Генерализованные линейные модели

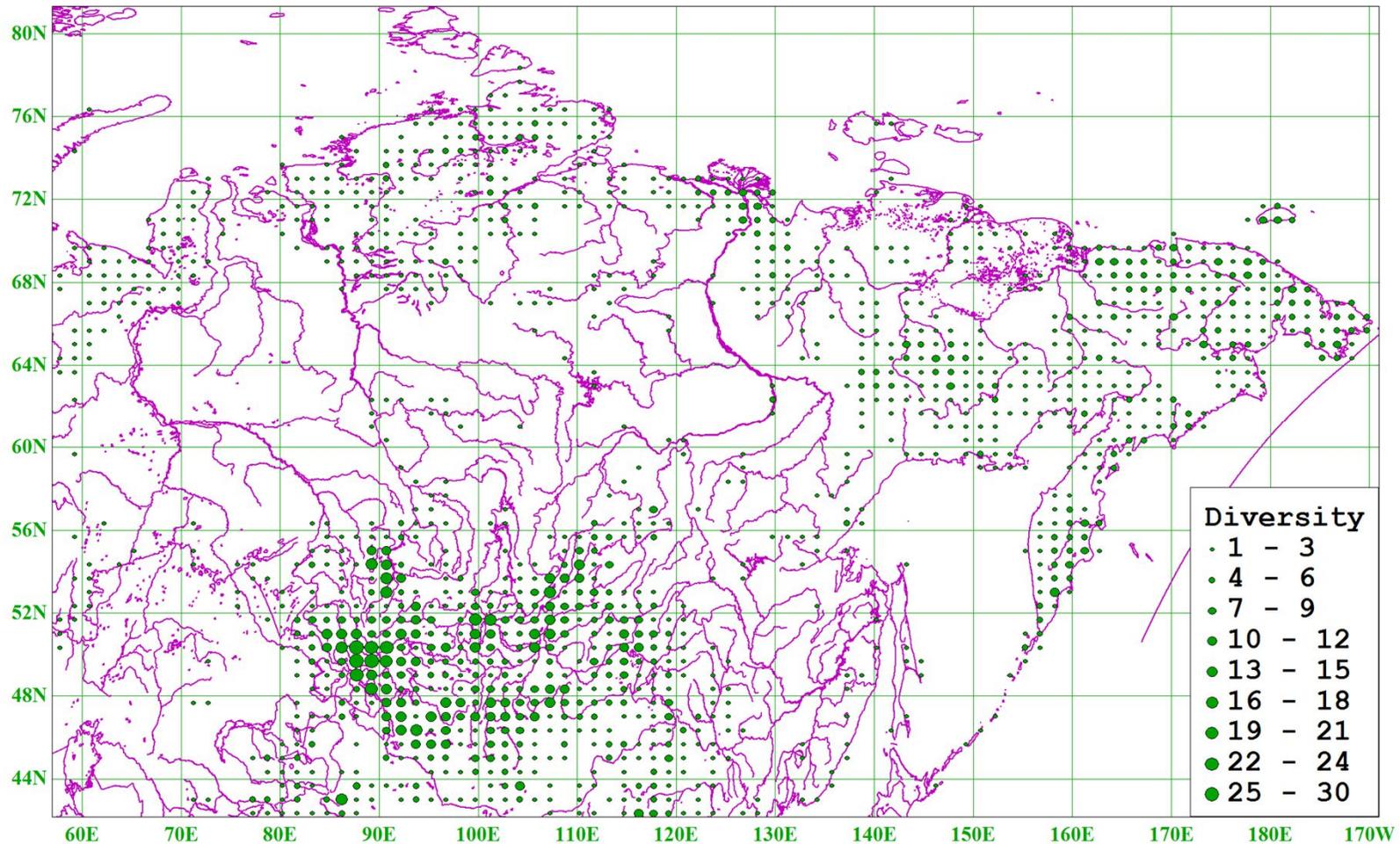
Переменные	Расшифровка	
Энергия		
MAT	Mean Annual Temperature (Bio1)	°C
Tmax	Max Temperature of Warmest Month (Bio5)	°C
Tmin	Min Temperature of Coldest Month (Bio6)	°C
MTWQ	Mean Temperature of Warmest Quarter (Bio10)	°C
MTDQ	Mean Temperature of Driest Quarter (Bio9)	°C
MTCQ	Mean Temperature of Coldest Quarter (Bio11)	°C
PET	Total Potential Evapotranspiration	мм
Доступность влаги		
MAP	Mean Annual Precipitation (Bio12)	мм
PWQ	Precipitation of Wettest Quarter (Bio16)	мм
PDQ	Precipitation of Driest Quarter (Bio17)	мм
AET	Annual Evapotranspiration	мм
Вариабельность климата		
MDR	Mean Diurnal Range (Bio2)	°C
TAR	Temperature Annual Range (Bio7)	°C
TSN	Temperature Seasonality (Bio4)	
PSN	Precipitation Seasonality (Bio15)	
Гетерогенность местообитаний		
Alt_range	Elevation range	м

Детерминанты видового богатства древесных растений



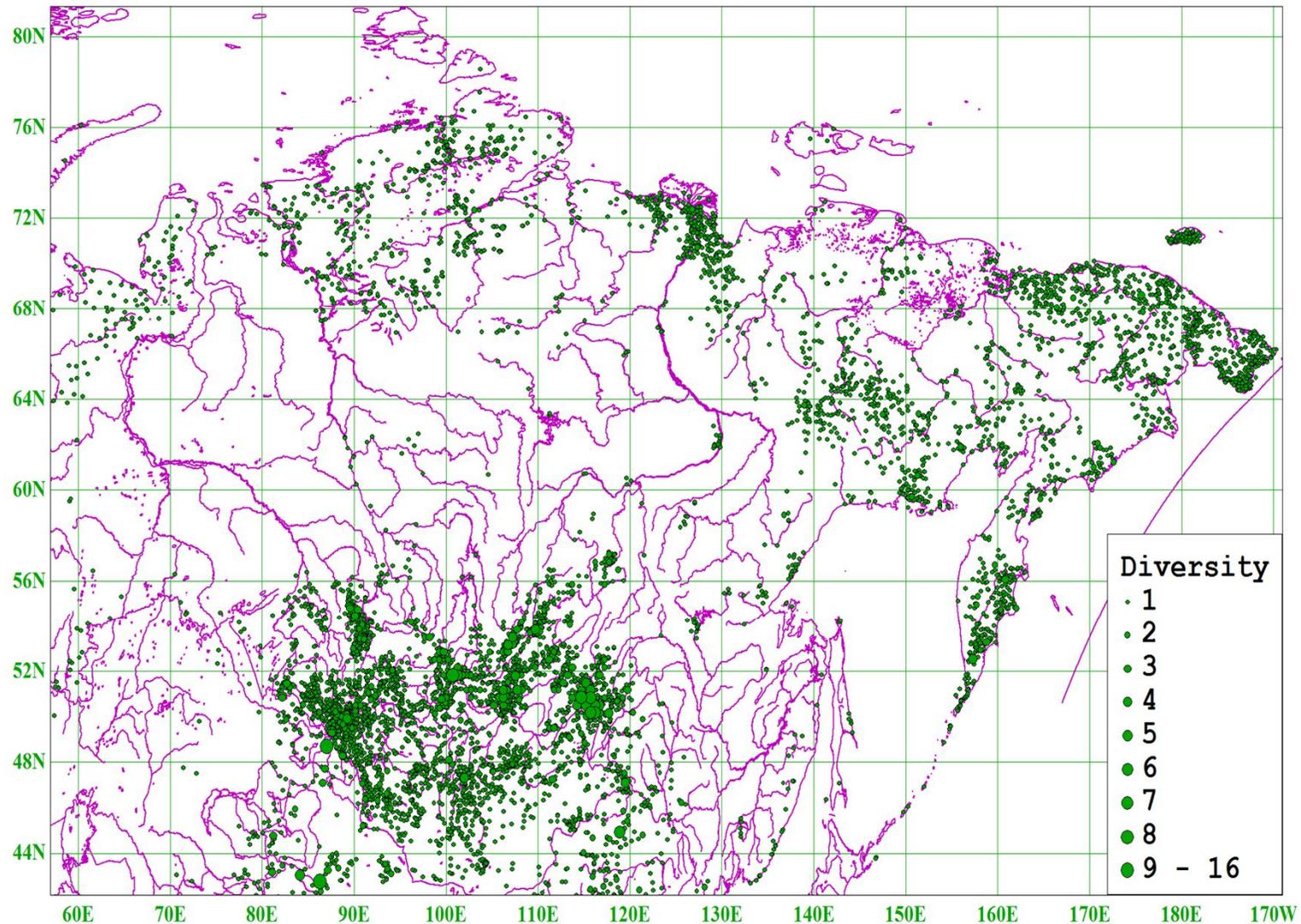
- Расчет ключевых переменных для территории Азиатской России выявил большее влияние осадков в самую теплую ($R^2=51.3\%$) и самую влажную четверть года ($R^2=49,7\%$), а также осадков самого влажного месяца ($R^2=50.5\%$).
- По видимому, климатические условия гор юга Сибири и Дальнего Востока (в основном лучшее увлажнение) способствуют формированию высокого видового богатства древесных растений.

Разнообразие видов рода *Oxytropis* DC. на территории Северной и Центральной Азии



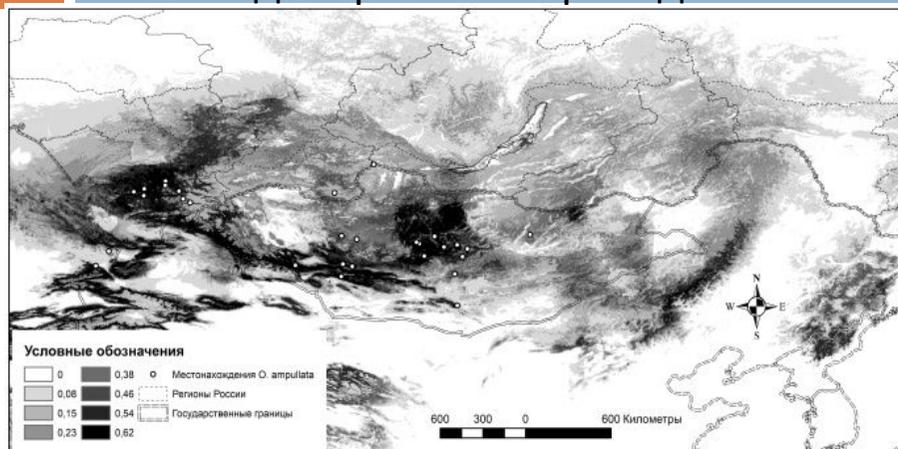
Размер ячеек **NS40'×EW60'** – **73×70** км на юге → **73×20** км на севере территории

Разнообразие видов рода *Oxytropis* DC. на территории Северной и Центральной Азии

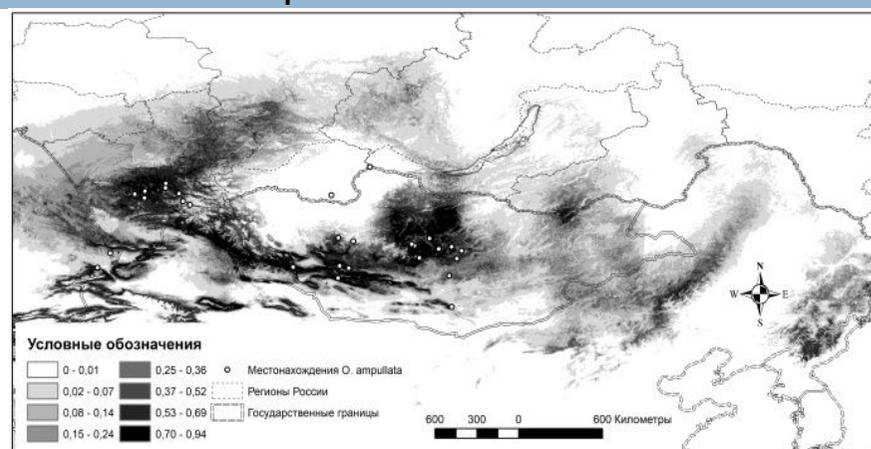


Важность точности исходных данных

Моделирование проведено в Maxent на основе переменных ENVIREM



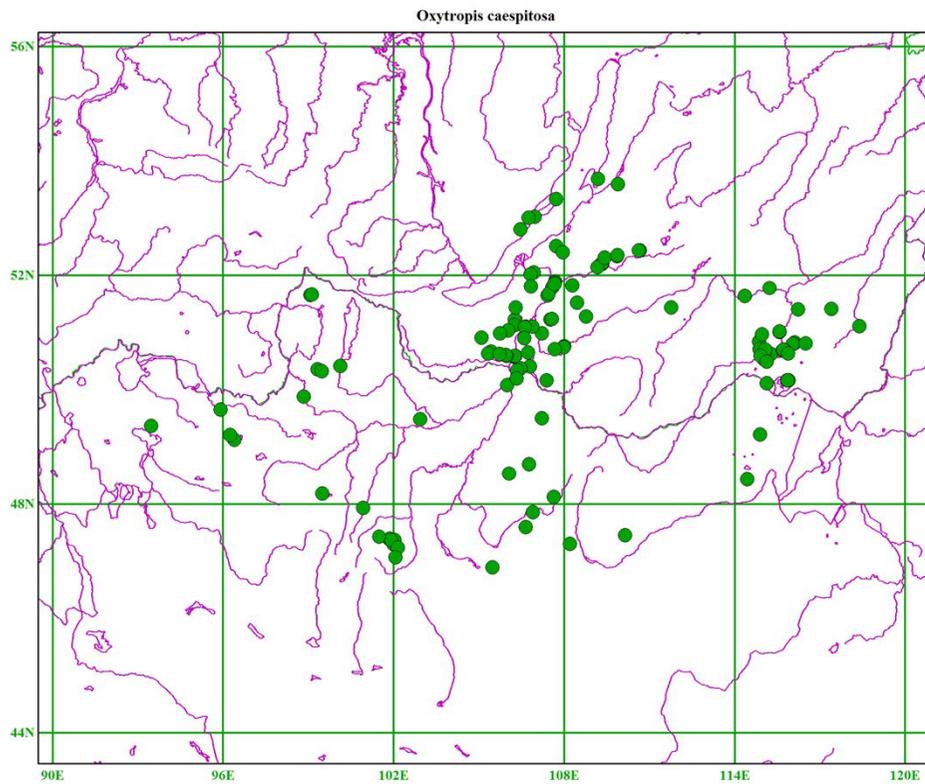
Предварительная некорректная модель



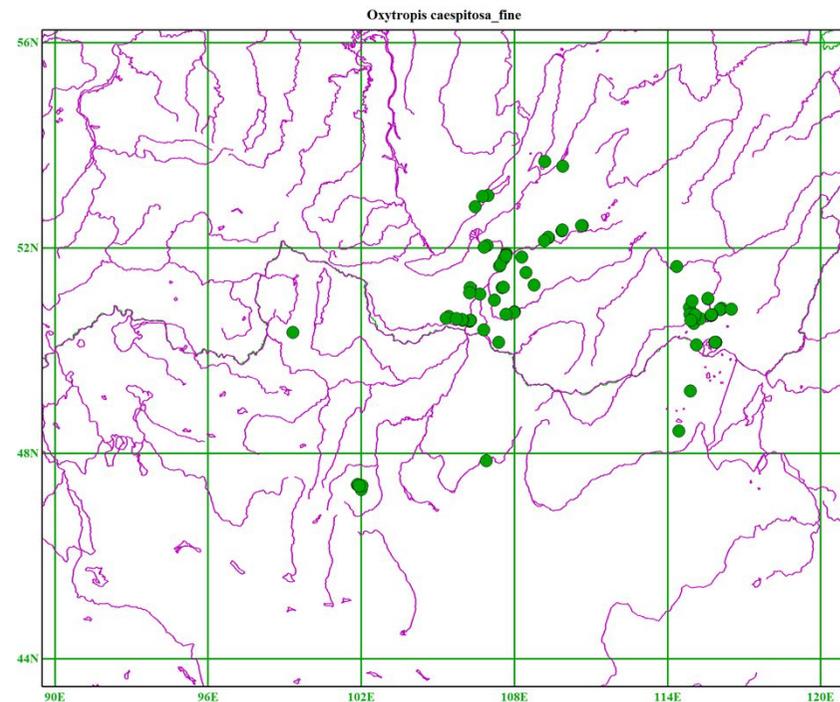
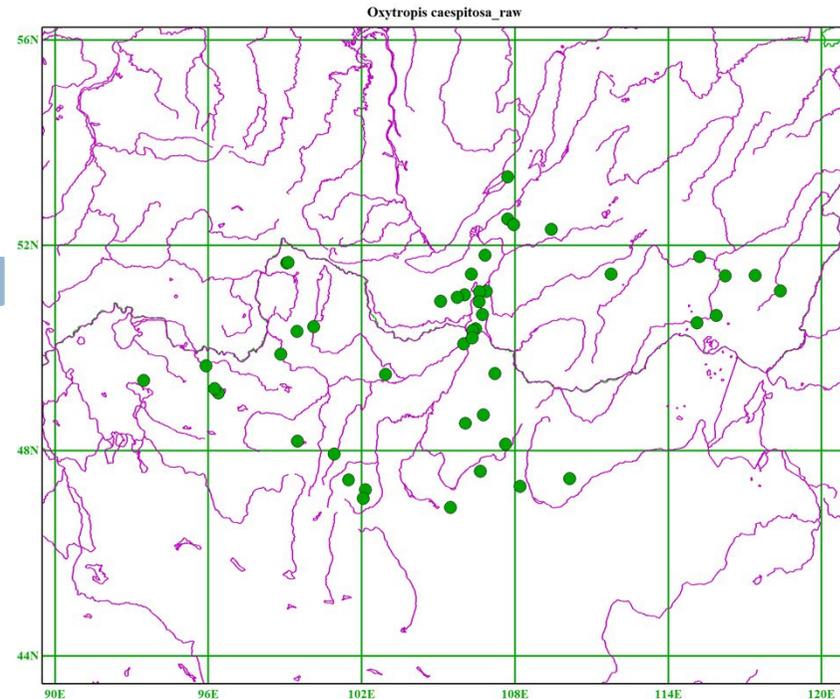
Корректная модель

- Включение или исключение даже одной точки регистрации вида может оказать большое влияние для последующего анализа. Поэтому, в первую очередь необходима сверка точности имеющихся исходных данных.
- В первоначальный набор данных была включена точка регистрации вида с цифрового гербария МГУ с Хэнтэйского аймака Монголии (образец MW0183647, собран 18.06.1987 года и определен Н. Улзийхутагом). Более детальный анализ сканированного изображения выявил несоответствие гербария изучаемому виду вследствие наличия длинных цветоносов и большому числу цветков в соцветии. Габитуально представленный образец более близок к *Oxytropis nitens* Turcz. и точно не является *O. ampullata* (для определения вида необходима непосредственная работа с гербарием). Исключение этого местонахождения вида позволило в значительной степени улучшить модель потенциального ареала изучаемого вида

Формирование карт разного масштаба



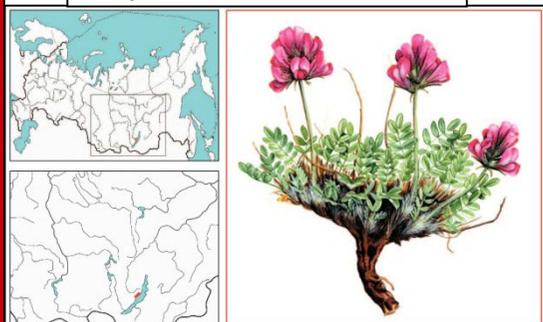
Обобщенная карта распространения
Oxytropis caespitosa



Красные книги

**КРАСНАЯ КНИГА
Российской
Федерации
(растения и грибы)**

Копеечник зундукский
Hedysarum zundukii Peschkova



Возможности культивирования. Вид был интродуцирован в Новосибирске (ЦСБС СО РАН), но оказался неперспективным, так как в условиях культуры размножался только рассадным способом, продолжительность жизни ограничивалась одним вегетационным периодом, совсем отсутствовал (6). Первичная интродукция вида проводится в Ботаническом саду Иркутского УУ (7).
Источники информации. 1. Иванова, 2001; 2. Красная книга Иркутской области, 2001; 3. Флора Центральной Сибири, т. 1, 2, 1979; 4. Пешкова, 1972; 5. Бардунов и др., 1990; 6. Семёнова, 2001; 7. Растения Красной книги ... 2005.
Составитель: Г.А. Пешкова.

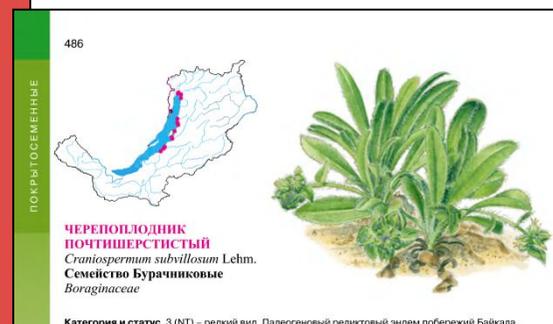
**КРАСНАЯ
КНИГА
Иркутской области**



Каждый вид
представлен
следующей
информацией
Рисунок или фото
Описание вида
Карта
распространения

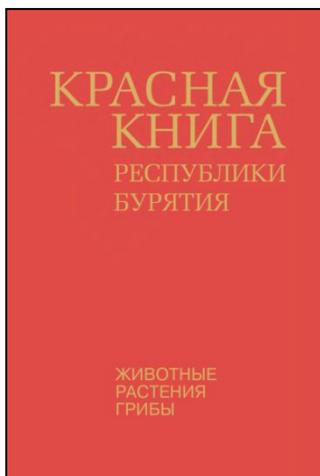
**КРАСНАЯ
КНИГА
РЕСПУБЛИКИ
БУРЯТИЯ**

ЖИВОТНЫЕ
РАСТЕНИЯ
ГРИБЫ

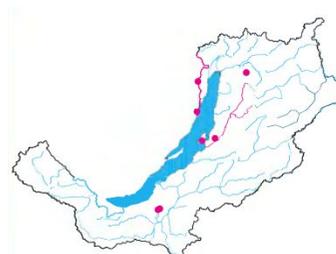
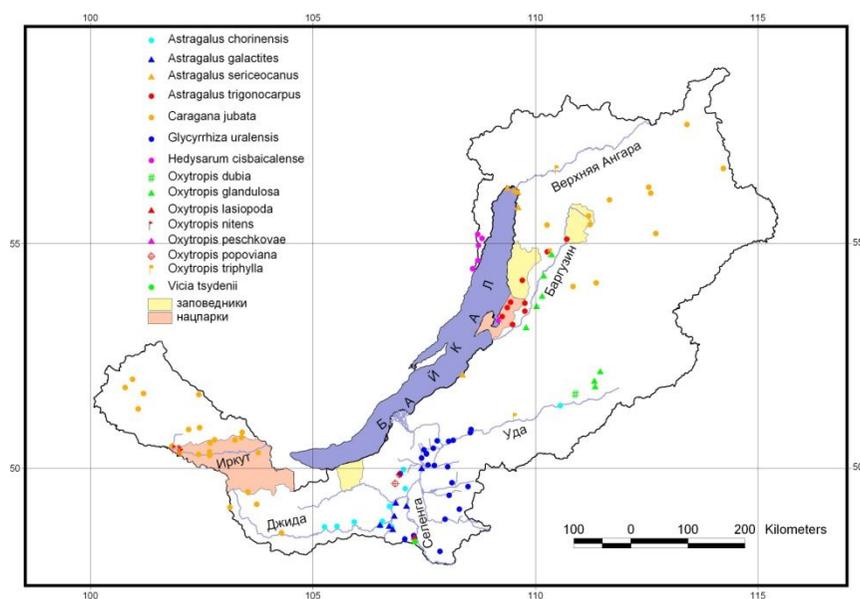


В среднем
региональные
Красные книги
включают
150-300 видов

Красные книги



- Разработана база данных в среде ГИС, которая позволяет проводить комплексный анализ распространения редких видов сосудистых растений на территории Бурятии (Санданов, 2016, 2020).
- Она включает в себя информацию о 1217 конкретных местонахождениях 157 редких видов сосудистых растений.
- Для каждого вида имеется привязанная атрибутивная информация по категориям статуса, поясно-зональным, хорологическим и экологическим группам.



БОРОДИНИЯ КРУПНОЛИСТНАЯ
Borodinia macrophylla (Turcz.)
O.E. Schulz [*Borodinia tilingii* (Regel) Berkutenko]
Семейство Капустовые, или Крестоцветные
Brassicaceae (*Cruciferae*)

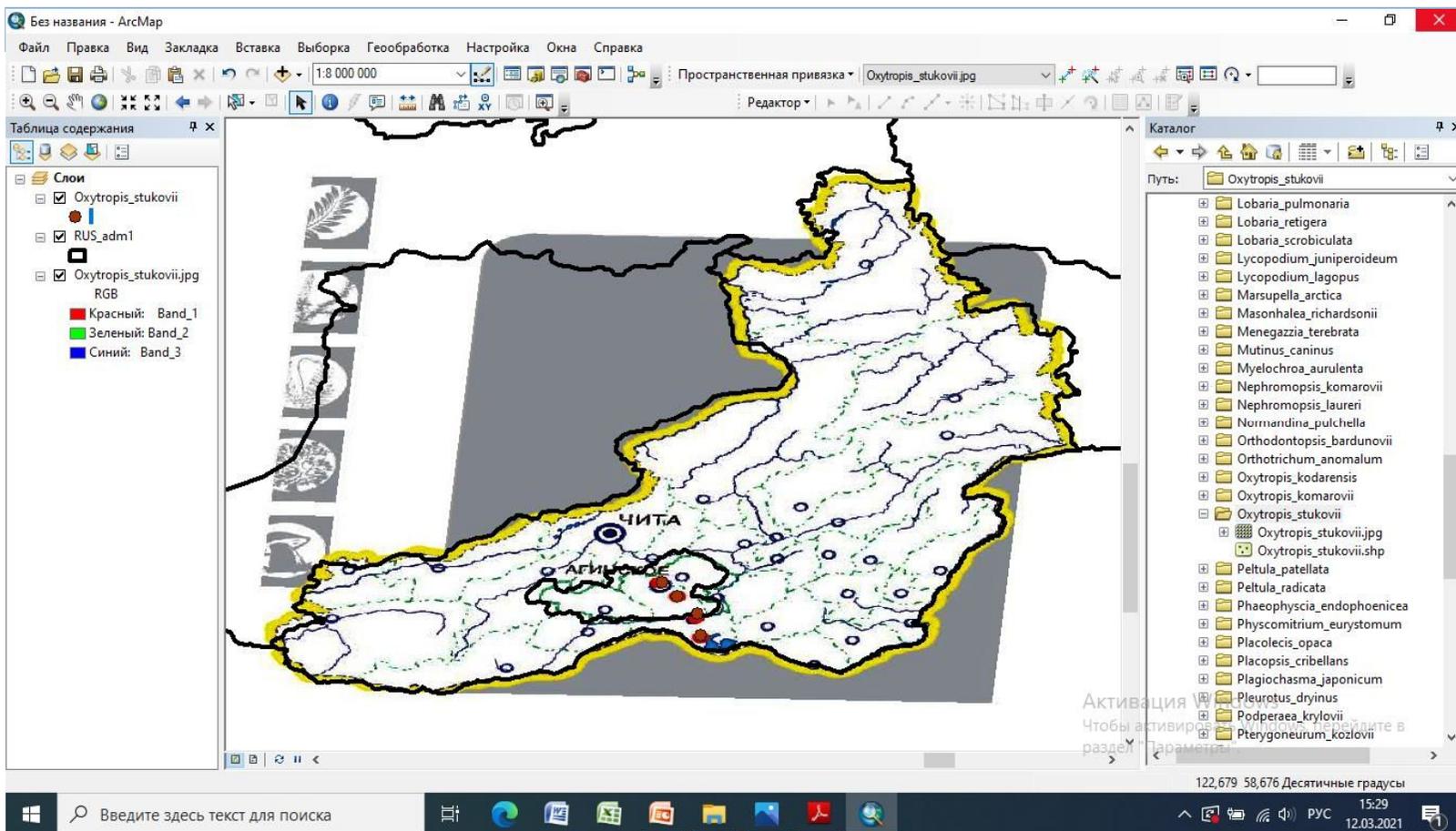
Категория и статус. 3 (NT) – редкий вид. Включен в Красную книгу Российской Федерации.



Оцифровка карт ареалов видов из Красной книги Забайкальского края (2017)

- Работа с очерками редких и исчезающих видов растений Забайкальского края была завершена в декабре 2013 года, но по техническим причинам Красная книга была издана в 2017 году.
- Карты ареалов редких растений в этом издании готовились без геопривязок и авторы очерков наносили точки распространения видов в графическом редакторе на подготовленную картографическую основу.
- Процесс оцифровки производился посредством инструментов ArcGIS, таких как пространственная привязка и редактор. Пространственная привязка осуществляет процесс преобразования растровых данных (в нашем случае карты ареалов видов в формате jpeg) под векторный шейп-файл границ субъектов РФ с обозначенной территорией Забайкальского края. Для того чтобы границы карт совпадали друг с другом использовались опорные точки в качестве управления процессом уравнивания. Результатом уравнивания является точная привязка растровой карты к изучаемой территории. Затем создаются объекты, отображающие точки распространения вида, с помощью инструмента редактирования. Эти точки сохраняются в виде точечного шейп-файла, с информацией по распространению вида .

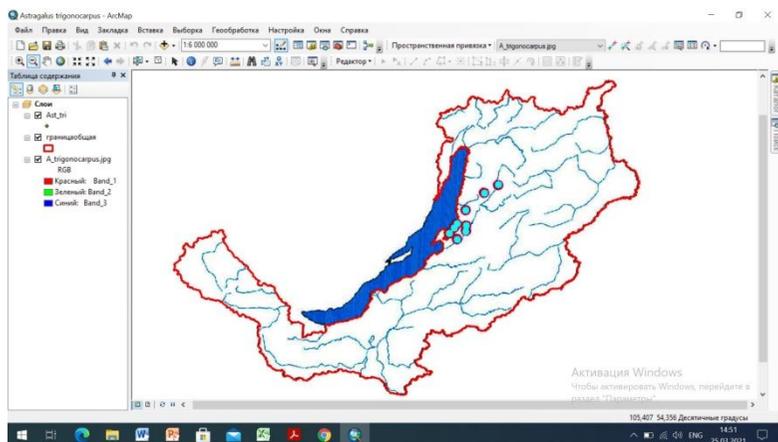
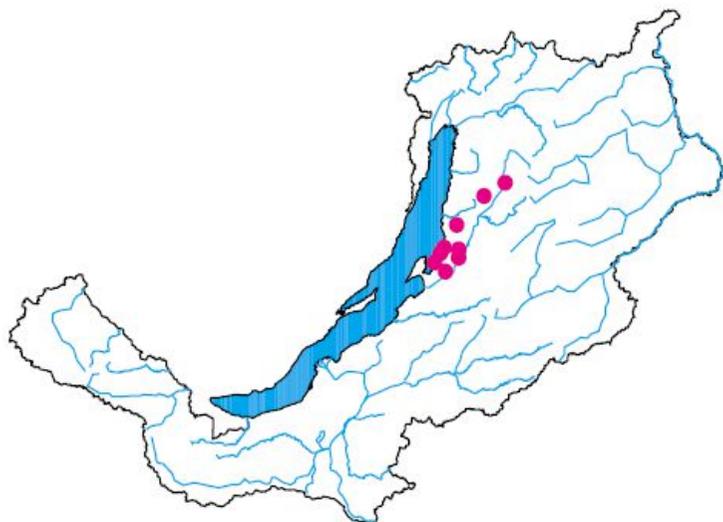
Оцифровка карт ареалов видов из Красной книги Забайкальского края (2017)



- Анализ на разных выборках для карт ареалов редких видов Забайкальского края показал разброс значений от 1,5 до 6 км. Этот порог, возможно, является высоким для оценки локальных условий произрастания изучаемых видов, но вполне достаточен для оценки закономерностей пространственного распределения видов на всей территории Забайкальского края.

Сравнительный анализ точности оцифровки карты ареала

Astragalus trigonocarpus



№	Отклонение от оригинальных данных, км		
	Исследователь 1	Исследователь 2	Исследователь 3
1	1.83	1.96	2.43
2	2.21	4.49	4.45
3	3.81	3.1	2.77
4	0.58	2.52	4.66
5	2.15	1.69	2.91
6	1.25	0.76	3.79
7	3.38	1.45	4.07
8	2.65	1.84	4.52
9	1.67	0.6	3.41
Max	3.81	4.49	4.66
Min	0.58	0.6	2.43
M±m	2.17±0.75	2.06±0.88	3.67±0.7

Заключение



- При подготовке базы данных по распространению видов необходимо использование единого алгоритма подготовки данных и тщательная оценка информации на разных этапах с использованием современных методов, что является хорошей основой интеграции различных данных.
- Оцифровка с использованием ГИС-программ позволяет получить необходимые данные по распространению видов, которые можно использовать в дальнейшем анализе.
- Корректное использование данных по распространению видов при моделировании экологических ареалов зависит от их пространственного разрешения и согласно этим показателям проводится подбор необходимых предикторов (Санданов, 2019).
- В будущих исследованиях также необходимо уделить внимание качеству исходных данных и воспроизводимости аналитических методов, особенно при компиляции данных различного формата (Wüest et al., 2020).

Д.В. Санданов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 19-54-53014) и частично по бюджетной теме № АААА-А17-117011810036-3.

Выполнен обзор научной литературы по современным методам моделирования видовой богатства и пространственного распределения видов растений. Проведен анализ основных гипотез широтного градиента разнообразия растений – одной из наиболее обсуждаемых проблем изучения фиторазнообразия. Рассмотрены современные подходы к моделированию распространения видов растений с использованием различных программных средств. Подчеркивается важность использования достоверных данных и валидных методов моделирования для получения корректных результатов и прогнозов. Приведены советы по реализации начальных исследований по моделированию. Рассмотрена возможность использования ранее опубликованных в России материалов по распространению видов растений в современных исследованиях. Отмечена низкая публикационная активность российских исследователей по обсуждаемой проблематике. В современных российских ботанических публикациях проявляется тенденция к активизации исследований по созданию баз данных, оцифровке гербарных фондов и публикации информации по распространению растений в свободном доступе.

Ключевые слова: география растений; широтный градиент разнообразия; видовой богатство; моделирование распространения видов; базы данных.

Arctoa (2018) 27: 29–34
doi: 10.15298/arctoa.27.03

BIOCLIMATIC MODELING OF *CROSSIDIUM SQUAMIFERUM* (VIV.) JUR. (POTTIACEAE, BRYOPHYTA) DISTRIBUTION

БИОКЛИМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *CROSSIDIUM SQUAMIFERUM* (VIV.) JUR. (POTTIACEAE, BRYOPHYTA)

DENIS V. SANDANOV¹ & OLGA YU. PISARENKO²

ДЕНИС В. САНДАНОВ¹, ОЛЬГА Ю. ПИСАРЕНКО²

Abstract

The main purpose of the work was to test the applicability of bioclimatic modeling methods to mosses. Due to tiny size bryophyta are confined to micro-habitats, which can transmute the influence of climatic factors. *Crossidium squamiferum* was taken as test object. Potentially suitable climatic area of the species in the world was simulated using maximum entropy (MaxEnt) modeling on base of four datasets different in volume (from 24 to 267 points). All the models are characterized by valid AUC values (from AUC=0.72 to AUC=0.96). According to the calculations, the most important variables determining the distribution of *C. squamiferum* are BIO4 (Temperature seasonality) and BIO8 (mean temperature of the wettest quarter). Habitats of the species in southern Siberia mark the Northern climatic boundary of the species area in Eurasia.

ECOGRAPHY

Research

Phylogenetic conservatism and biogeographic affinity influence woody plant species richness–climate relationships in eastern Eurasia

Xiangyan Su, Nawal Shrestha, Xiaoting Xu, Denis Sandanov, Qinggang Wang, Siyang Wang, Dimitar Dimitrov and Zhiheng Wang

X. Su (<https://orcid.org/0000-0003-0093-077X>), N. Shrestha (<https://orcid.org/0000-0002-6866-5100>), X. Xu, Q. Wang, S. Wang and Z. Wang (<https://orcid.org/0000-0003-0808-7780>) ✉ (zhiheng.wang@pku.edu.cn), Inst. of Ecology and Key Laboratory for Earth Surface Processes of the Ministry of Education, College of Urban and Environmental Sciences, Peking Univ., Beijing, China. Present address of NS: Inst. of Innovation Ecology, Lanzhou Univ., Lanzhou, Gansu, China. Present address of XX: Key Laboratory of Bio-Resource and Eco-Environment of Ministry of Education, College of Life Sciences, Sichuan Univ., Chengdu, Sichuan, China. Present address of QW: Dept of Ecology and Ecological Engineering, College of Resources and Environmental Sciences, and Key Laboratory of Biodiversity and Organic Farming of Beijing City, China Agricultural Univ., Beijing, PR China. – D. Sandanov, Inst. of General and Experimental Biology, Siberian Branch of Russian Academy of Science, Ulan-Ude, Russia. – D. Dimitrov (<https://orcid.org/0000-0001-5830-5702>), Dept of Natural History, Univ. Museum of Bergen, Univ. of Bergen, Bergen, Norway. DD, XS and ZW also at: Center for Macroecology, Evolution and Climate, GLOBE Inst., Univ. of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.

Ecography

43: 1027–1040, 2020

doi: 10.1111/ecog.04839

Subject Editor: Wolf Eiserhardt

Editor-in-Chief: Hanna Tuomisto

Mechanisms underlying species richness patterns remain a central yet controversial issue in biology. Climate has been regarded as a major determinant of species richness. However, the relative influences of different evolutionary processes, (i.e. niche conservatism, diversification rate and time for speciation) on species richness–climate relationships remain to be tested. Here, using newly compiled distribution maps for 11 422 woody plant species in eastern Eurasia, we estimated species richness patterns

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2015, № 3(19), с. 30–35

<http://www.izdatgeo.ru>

УДК 581.9 (581.54)

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРЕАЛОВ ВОСТОЧНО-АЗИАТСКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Д.В. Санданов, Б.Б. Найданов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Республика Бурятия, e-mail: denis.sandanov@gmail.com

Изучены особенности распространения модельных восточно-азиатских видов (*Astragalus membranaceus*, *Gueldenstaedtia verna*, *Scutellaria baicalensis*, *Sophora flavescens*). Составлены прогнозные карты для всех изученных видов. При моделировании в среде Maxent выявлено, что наибольшее влияние на пространственное распределение всех изученных видов оказывает комплекс факторов, связанных с многолетними значениями температуры. Прогнозные карты распространения видов для смоделированного сценария изменения климата показали видоспецифичный отклик. В целом полученные результаты не выявляют потенциального сокращения ареалов для изученных восточно-азиатских видов при умеренном сценарии климатических изменений. При сценарии, предусматривающем в будущем наибольшую концентрацию диоксида углерода, возможно сокращение ареалов видов.

Ключевые слова: восточно-азиатские виды растений, ареалы, климатические и биотические факторы, изменение климата, климатические сценарии.

Благодарю за внимание!

