

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Алтайский государственный университет»

УДК 58.082+581.91+575.86  
№ госрегистрации 121113000086-1



2021 г.

## ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

выполняемый ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»  
за отчетный период №1 согласно плану-графику договора №ЕП/29-10-21-2

тема проекта: Гербарные фонды биологического разнообразия растений и грибов  
Коллекционного фонда Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН:  
модернизация, развитие и сетевое взаимодействие как основа фундаментальных  
исследований и совершенствования генетических технологий

Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на  
2019 – 2027 годы (II очередь. Биоресурсные коллекции)

Научный руководитель проекта

29.11.2021 г.

подпись, дата


Шмаков А.И., д.б.н.,  
проф.

Барнаул 2021

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ


Руководитель темы:

Шмаков А.И.,  
доктор биол. наук, проф.,  
АлтГУ

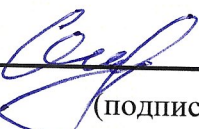
 29.11.21  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Исполнители темы:


Ваганов А.В.,  
канд. биол. наук, АлтГУ

 29.11.21  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)


Скапцов М.В.,  
канд. биол. наук, АлтГУ

 29.11.21  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

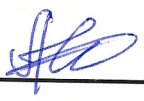
Баткин А.А.,  
лаборант АлтГУ

 29.11.21  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Панкратов С.Ю.,  
лаборант, АлтГУ

 29.11.21  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Кечайкин А.А.,  
канд. биол. наук, АлтГУ

 29.11.21  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ПОЛУЧЕННЫЕ ЗА ПЕРИОД РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА РЕЗУЛЬТАТЫ С ОПИСАНИЕМ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ .....	5
1.1. Разработка основной таблицы базы данных, определение структуры таблицы по международной спецификации биологических данных Darwin Core, выбор средств разработки для создания информационного ресурса .....	5
1.2. Выделение ресурсов сервера Алтайского государственного университета (виртуальный хостинг для таблиц базы данных, место под хранение цифровых изображений) и создание домена genome.asu.ru .....	7
1.3. Работа с коллекциями гербарного фонда ALTB Алтайского государственного университета, инвентаризация материала и оцифровка таксонов из групп хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений для разрабатываемого информационного ресурса .....	8
1.4. Заполнение основной таблицы первой части базы данных информационного ресурса по не менее чем 5 видам и 30 образцам .....	10
2. СТЕПЕНЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЖИДАЕМЫХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ЗАЯВЛЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРОЕКТА .....	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	22

## ВВЕДЕНИЕ

**Ключевые слова:** Гербарий, коллекция, база данных, размер генома, хозяйственно-ценные виды растений, редкий вид, эндемик, цифровое изображение, координаты, биоразнообразие, генетические технологии.

**Цель проекта:** подготовка первой части Базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора.

### **Степень достижения поставленных в Проекте результатов**

#### **Задачи отчетного периода:**

1. Подготовка основной таблицы первой части базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора.
2. Разработка основной таблицы базы данных, определение структуры таблицы по международной спецификации биологических данных Darwin Core, выбор средств разработки для создания информационного ресурса.
3. Выделение ресурсов сервера Алтайского государственного университета (виртуальный хостинг для таблиц базы данных, место под хранение цифровых изображений) и создание домена genome.asu.ru.
4. Работа с коллекциями гербарного фонда ALTB Алтайского государственного университета, инвентаризация материала и оцифровка таксонов из групп хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений для разрабатываемого информационного ресурса.
5. Заполнение основной таблицы первой части базы данных информационного ресурса по не менее чем 5 видам и 30 образцам.

**Место работ отчетного периода:** Южно-Сибирский ботанический сад Алтайского государственного университета, лаборатория биоинженерии, отдел Гербарий ALTB.

## ПОЛУЧЕННЫЕ ЗА ПЕРИОД РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА РЕЗУЛЬТАТЫ С ОПИСАНИЕМ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ

### **1. Разработка основной таблицы базы данных, определение структуры таблицы по международной спецификации биологических данных Darwin Core, выбор средств разработки для создания информационного ресурса.**

Основная таблица базы данных разработана согласно цели и задачи проекта и содержит следующие термины (столбцы данных): occurrenceID; references; DNAamount2C; genomesize1C; standartOrganism; standartLinkReferences; chromosomenumber2N; chromosomenumber2NReferences; chromosomenumber2NLink; associatedReferences; associatedLinkReferences; basisOfRecord; country; countryCode; family; genus; specificEpithet; scientificName; catalogNumber; recordedBy; verbatimLocality; decimalLatitude; decimalLongitude; MinimumElevationInMeters; eventDate; identifiedBy; typeStatus; locationRemarks. Описания столбцов Базы данных отражены в Приложении 1.

Девятнадцать из вышеуказанных терминов разрабатываемой таблицы являются терминами из международной спецификации биологических данных Darwin Core (Иванова, Шашков, 2015). Описания терминов Darwin Core от TDWG даны на ресурсе [rs.tdwg.org/dwc/terms/#taxonID](http://rs.tdwg.org/dwc/terms/#taxonID).

Использование терминов Darwin Core для планируемой БД позволит в последующем интегрировать данные проекта в Глобальную информационную систему по биоразнообразию (Global Biodiversity Information Facility – GBIF, <http://www.gbif.org>, [www.gbif.org/publisher/943a5811-d56e-4c37-853d-bd64957d3833](http://www.gbif.org/publisher/943a5811-d56e-4c37-853d-bd64957d3833) – партнерское соглашение Алтайского государственного университета с GBIF) (Edwards et al., 2000; Muller, 2004; Lane, Edwards, 2007). В АлтГУ инсталлировано специальное программное обеспечение IPT (Integrated Publishing Toolkit, Robertson et al., 2014) под управлением веб-сервера Apache и службой веб-приложений TomCat 7 (<http://altb.asu.ru/ipt/>).

В последующем также планируется интеграция этикеточных сведений БД по API с Яндекс-картами, которые позволяет использовать картографические данные и технологии Яндекса в проекте. Информационный ресурс с разрабатываемой БД функционально будет выполнен с использованием языка программирования PHP и для облегчения отделения представления от логики приложения планируется задействовать шаблонизатор Smarty. Ресурс будет взаимодействовать с базой данных цифровых изображений гербария и осуществлять структурированную визуализацию представленных данных с

использованием стандартизированного языка разметки документов HTML. Шаблон основной таблицы базы данных для офлайн доступа разработан в СУБД «Excel MO» (Рис. 1).

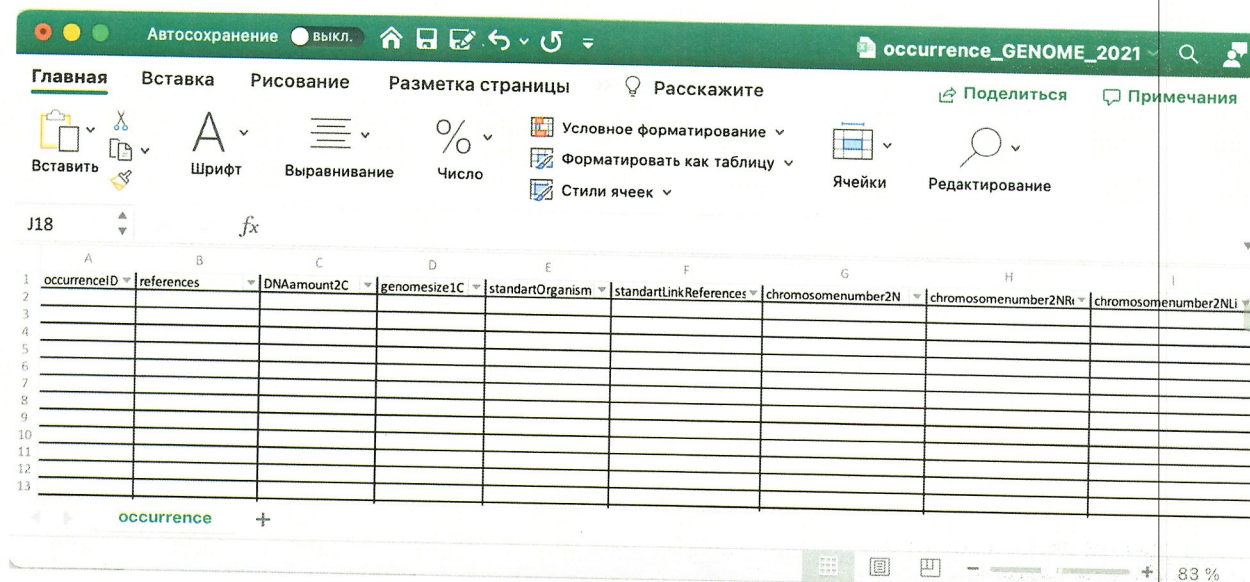


Рис. 1. Интерфейс шаблона основной таблицы базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора (офлайн).

Для разработки онлайн базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора планируется задействовать следующие средства разработки:

- веб-сервер Apache
- mySQL
- PHP
- Smarty 3.1
- JavaScript
- HTML
- CSS
- Darwin Core, а также оборудование:
  - проточный цитофлюориметр;
  - север АлтГУ и ПК;
  - сканер A3 «Microtek Objectscan 1600».

Размер геномов (относительное содержание ДНК) хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений разрабатываемой базы данных планируется выполнялось по отработанной технике проточной цитометрии с использованием иодида пропидия.

Для исследования используются живые и высушенные листья, а также семена. Образцы измельчали при помощи лезвия в 1 мл Tris-MgCl<sub>2</sub> буфера (Phosser et al., 1995) следующего состава: 0,2 М Tris основание, 4 мМ MgCl<sub>2</sub>, 0,5 % Triton X-100, 50 мкг/мл РНазы, 50 мкг/мл иодида пропидия, рН 7,5). Данные флюоресценции изолированных ядер детектировали при помощи проточного цитометра Partec CyFlow PA (Partec, GmbH) с лазерным источником излучения с длиной волны 532 нм. Визуализацию и обработку гистограмм проводили в программном обеспечении Flowing Software 2.5.1. (University of Turku, Finland). Статистические данные рассчитывали в программе XLStat (Addinsoft). В качестве внутреннего стандарта для определения содержания ДНК использовали *Ficus benjamina* (2С = 0,90 пг), *Glycine max* (2С = 2,50 пг) и *Allium fistulosum* (2С = 23,50 пг) (Doležel et al., 1994; Smirnov et al., 2017; Sokoloff et al., 2021).

Содержание ДНК (2С, пг) рассчитывали по формуле:

$$2C, \text{ пг} = (\text{Среднее пика Образца} / \text{Среднее пика Стандарта}) * 2C \text{ Стандарта}$$

Плоидность определяли по индексу разницы между пиками стандарта того же вида с известной или предполагаемой плоидностью и образца:

$$\text{Индекс} = \text{Среднее пика Образца} / \text{Среднее пика Стандарта}$$

## **1.2. Выделение ресурсов сервера Алтайского государственного университета (виртуальный хостинг для таблиц базы данных, место под хранение цифровых изображений) и создание домена genome.asu.ru.**

В целях последующего размещения Базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора на информационном ресурсе онлайн был создан ресурс «biovl» на hosting1.asu.ru сервера Алтайского государственного университета (рис. 2). Адрес будущего сайта информационного ресурса с БД – biovl.asu.ru. Доступ к файлам ресурса сервера будет организован по SFTP типу и будет имеет логин и пароль. Для формирования запросов и хранения таблиц базы данных на ресурсе для работы доступен MySQL (сервер: localhost, база: biovl, пользователь: biovl) и PHPMyAdmin (<https://hosting1.asu.ru/phpmyadmin>). Доступное дисковое пространство: 512М (увеличение – по запросу).

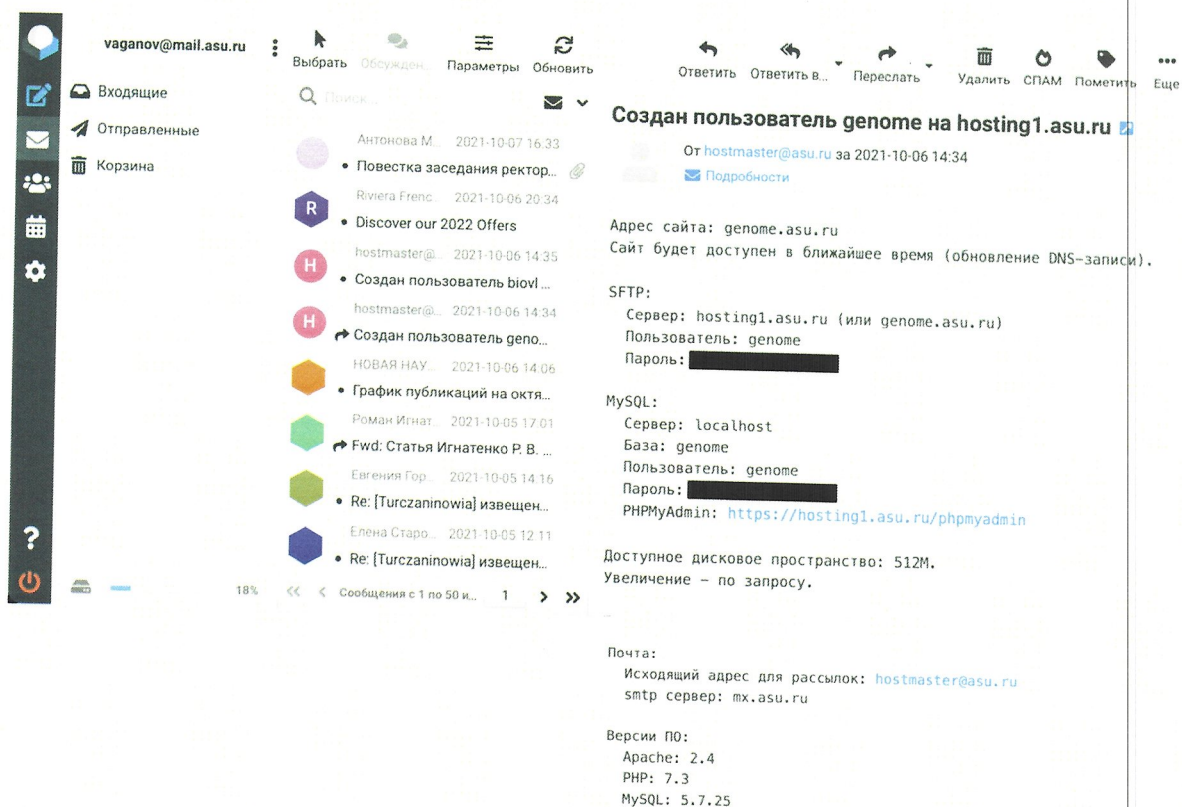


Рис. 2. Интерфейс почтового клиента корпоративной почты АлтГУ с информацией по выделению места на сервере АлтГУ и технические параметры планируемого информационного онлайн ресурса «genome.asu.ru» и БД.

### 1.3. Работа с коллекциями гербарного фонда ALTB Алтайского государственного университета, инвентаризация материала и оцифровка таксонов из групп хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений для разрабатываемого информационного ресурса.

В ходе выполнения задач проекта при камеральной обработке гербарного материала фонда ALTB все этикеточные сведения были подготовлены в спецификации Darwin Core. Каждый гербарный лист был оцифрован на сканере «Microtek Objectscan 1600» с нанесенными на лист данными сквозного инвентаризационного номера (баркод, иное наименование – ваучер), линейки и образцовой палитрой цветов (Рис. 3) (Шашков и др., 2018; Ваганов и др., 2019; Ваганов и др., 2020; Vaganov, 2020; Vaganov et al., 2021, GBIF.org – датасеты АлтГУ, по списку в библиографии). Дополнительно были проведены работы по новым геопривязкам, в случае отсутствия в этикетках координат. При возможности указать координаты мы использовали этикеточные сведения для указания геопривязки в радиусе не более 500 м (Google earth pro).



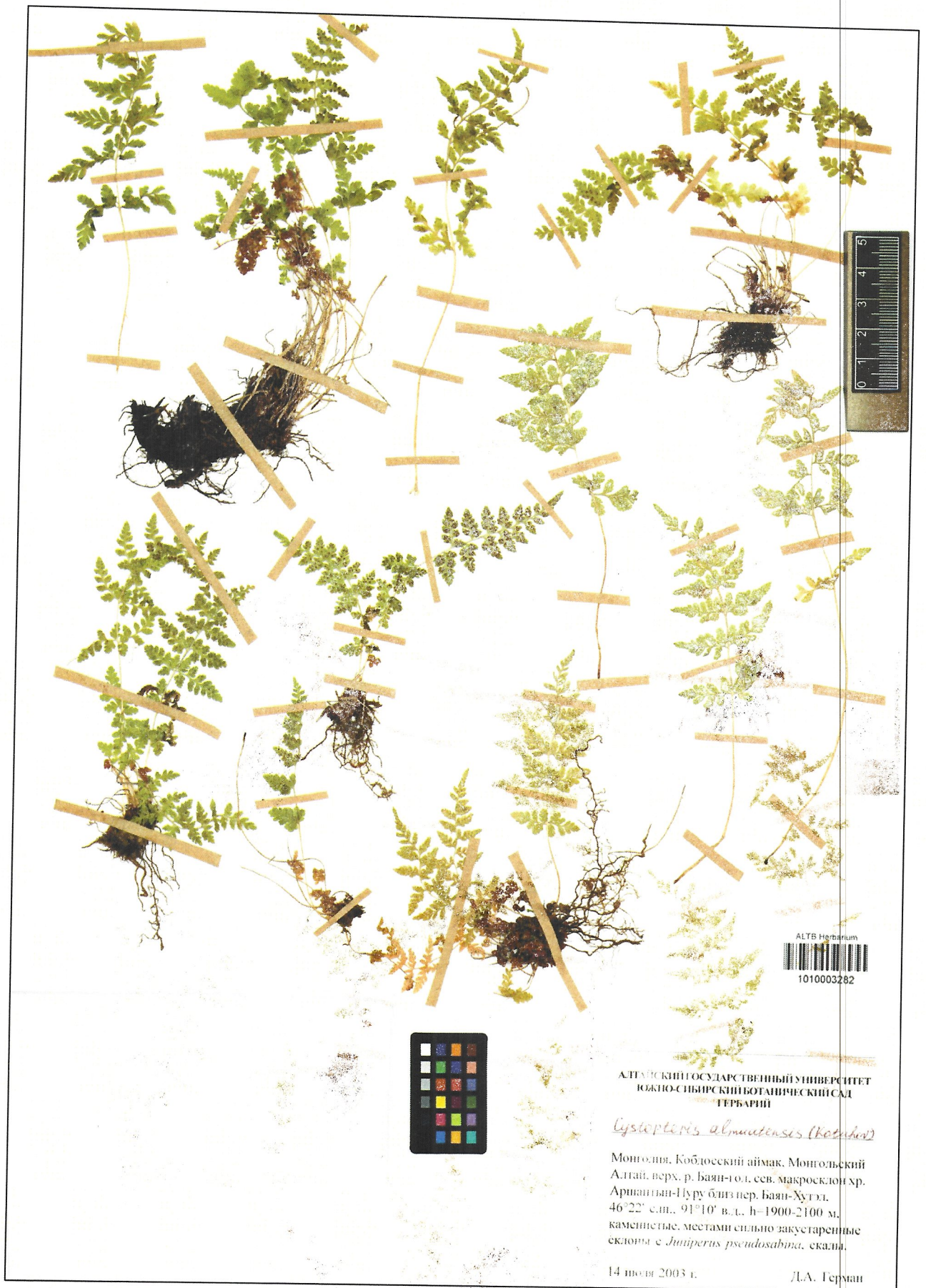


Рис. 3. Пример оцифрованного гербарного листа *Cystopteris almaatensis* Kotukhov. из коллекции Гербария ALTU (№1010003282).

Опорными списками для инвентаризационных работ с фондом ALTB и оцифровке коллекций послужили таблицы с наименованием таксонов по следующим группам растений: хозяйственно-ценные, редкие и эндемичные (преимущественно из проекта «Флора Алтая», <http://altaiflora.asu.ru>, биоразнообразии Алтая включено в 200 экосистем мира, Olson, Dinerstein, 2002). Опорными материалами для определения хозяйственно-ценных растений разрабатываемой базы данных являются следующие издания: Растительные ресурсы России, Т-1–7; Губанов, 1998; Агроэкологический атлас России и сопредельных стран, 2003-2009; Определитель растений Алтайского края, 2003; Определитель растений Республики Алтай, 2012. В рабочем списке хозяйственно-ценных видов имеется более 1600 таксонов, входящие в 120 семейств сосудистых растений. Для каждого таксона дано указание его хозяйственной ценности: пищевые, лекарственные, технические, кормовые, ядовитые, декоративные, алкалоидоносные, медоносные, витаминоносные и инсектицидные.

Для выявления редких и эндемичных видов разрабатываемой базы данных планируется привлекать все существующие на данном момент Красные Книги по территории Алтайской горной страны, включая Российскую Федерацию (2008), Казахстан (2014), Монголию (2013) и КК Синьцзян-Уйгурского АР Китая (2006). Были привлечены для работы Красные Книги регионов России: Алтайского края (2016), Республики Алтай (2017), Кемеровской обл. (2012), Красноярского края (2012), Республики Тыва (2018) и Республики Хакасия (2012). Также список корректируется с учетом раздела «редкие виды» и «эндемичные виды» международного проекта нашего коллектива в Сети Интернет – «Биоразнообразии Алтае-Саянского экорегиона» ([www.bioaltai-sayan.ru](http://www.bioaltai-sayan.ru)).

Эндемики составляют специфическую часть флоры и служат абсолютным ее отличием от всех других флор. Так, в проекте ПРООН-ГЭФ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона» для оценки биоразнообразия и состояния экосистем в качестве индикатора был успешно использован в том числе уровень эндемизма и количество редких и исчезающих видов растений на определенной территории (Яшина, 2010). В целях оперативного установления степени редкости и уровня эндемизма растений был так же задействован оригинальный датасет АлтГУ в GBIF «Red List of Altai Mountain Country (plants)», <https://www.gbif.org/ru/dataset/678aa986-0481-4e46-b17f-c371195c7c74>).

**1.4. Заполнение основной таблицы первой части базы данных информационного ресурса по не менее чем 5 видам и 30 образцам.**

В ходе инвентаризации Гербария ALTB из группы хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений была подготовлена основная таблица первой части базы данных по 27 видам и 64 образцам (Рис. 4): *Delphinium elatum* L.; *Delphinium dictyocarpum* DC.; *Delphinium mirabile* Serg.; *Delphinium iliense* Huth.; *Cystopteris almaatensis* Kotukhov; *Cystopteris montana* (Lam.) Bernh. ex Desv.; *Cystopteris fragilis* Bernh.; *Potentilla agrimonioides* M. Bieb.; *Potentilla argentea* L.; *Potentilla asiatica* (Th. Wolf) Juz.; *Potentilla astragalifolia* Bunge; *Potentilla chemalensis* Kechaykin; *Potentilla chrysantha* Trevir.; *Potentilla desertorum* Bunge; *Potentilla gobica* Sojak; *Potentilla jensis* Smirn. et Polozhij; *Potentilla intermedia* L.; *Potentilla norvegica* L. ssp. *norvegica*; *Potentilla norvegica* L. ssp. *ruthenica* (Willd.) Kechaykin; *Potentilla rigidula* Th. Wolf; *Potentilla supina* L. ssp. *paradoxa* (Nutt. et Gray) Sojak; *Potentilla tanacetifolia* Willd. Ex D.F.K. Schtdl.; *Potentilla tobolensis* Th. Wolf ex Juz.; *Potentilla turczaninowiana* Stschiegl.; *Potentilla laciniosa* Waidst. et Kit. ex Nestl.; *Potentilla pedata* Nestl.; *Potentilla recta* L.; *Potentilla tanacetifolia* Willd. Ex D.F.K. Schtdl.

Список исследуемых таксонов из Гербария ALTB для разрабатываемой базы данных с указанием группы хозяйственной ценности (Пищ. – пищевые; Лек. – лекарственные, Техн. – технические; Корм. – кормовые, Яд. – ядовитые; Дек. – декоративные; Алк. – алкалоидоносные; Мед. – медоносные; Вит. – витаминоносные; Инс. – инсектицидные) и отнесения к категории редких и эндемичных представлены в Приложении 2.

occurrence	ID	DNA	Gen	Bands	Lanes	Leds	Basses	Counts	Genus	Family	Species	Locality	Date	Type	Status	Location	Alt	
1010003931	11.12	10.87	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Mongolia	MN	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003466	20.34	19.69	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Mongolia	MN	Cystopteris	Cystopteris	almaatensis	Кыргандаранский аймаг, Монгол	47.056	92.833	1750	2017-08-03	Баткин А. А.	
1010003468	12.73	12.44	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Mongolia	MN	Cystopteris	Cystopteris	almaatensis	Кыргандаранский аймаг, Монгол	46.367	91.167	1900	2003-07-14	Баткин А. А.	суффлюйские
1010003282	12.73	12.44	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Mongolia	MN	Cystopteris	Cystopteris	almaatensis	Кыргандаранский аймаг, Монгол	46.367	91.167	1900	2003-07-14	Баткин А. А.	мамонтовая, медоносная
1010003748	16.23	15.87	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003465	12.65	12.37	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003676	13.79	13.43	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003756	15.54	15.18	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003764	12.41	12.13	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003784	13.26	12.90	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003722	13.79	13.43	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003434	17.24	17.01	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003970	13.59	13.29	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1010003274	13.59	13.29	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Cystopteris	Cystopteris	fragilis	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100037029	15.28	14.86	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100037409	15.18	14.84	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100037239	16.26	15.93	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100037231	12.79	12.01	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100037247	13.79	13.43	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100036076	14.88	14.65	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045016	34.4	34.08	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100036156	15.06	14.72	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100041321	34.54	34.22	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045242	34.4	34.08	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045013	15.51	15.2	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	mirabile	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100037070	15.27	14.88	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100036196	15.27	14.88	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100374562	15.27	14.88	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100044293	32.26	31.99	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045028	32.26	31.99	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045234	32.26	31.99	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100044897	32.26	31.99	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045020	34.30	34.07	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045012	32.26	31.99	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045004	33.41	33.11	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100045096	13.41	13.11	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100044988	13.16	12.85	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100044980	11.78	11.52	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				
1100044923	13.71	13.41	Allium	fr	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	Preserve	Russia	RU	Ranunculaceae	Delphinium	elatum	Шамков А. И.   Панкратов С. В.   район рудник	2017-08-03	Баткин А. А.				

Рис. 4. Интерфейс заполненной основной таблицы базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора первого этапа выполнения проекта (офлайн).

## 2. СТЕПЕНЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЖИДАЕМЫХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ЗАЯВЛЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРОЕКТА

Степень выполнения ожидаемых научных результатов по заявленным показателям Проекта за первый период реализации проекта представлены в сводной таблице.

Таблица. Выполнение научных показателей Проекта

№	Ожидаемый научный результаты	Достигнутые научные результаты	Степень выполнения, подтверждение
1.	Разработка основной таблицы базы данных, определение структуры таблицы по международной спецификации биологических данных Darwin Core, выбор средств разработки для создания информационного ресурса.	Разработана основная таблица для базы данных с заданным числом столбцов с привлечением терминов из международной спецификации биологических данных Darwin Core. Каждый столбец таблицы имеет описание. Определен перечень средств разработки для создания информационного ресурса.	выполнено, Приложение 1
2.	Выделение ресурсов сервера Алтайского государственного университета (виртуальный хостинг для таблиц базы данных, место под хранение цифровых изображений) и создание домена genome.asu.ru.	Создан ресурс на сервере АлтГУ с выделенным местом и доменным именем genome.asu.ru.	выполнено, рис. 2
3.	Работа с коллекциями гербарного фонда ALTB Алтайского	Осуществлена инвентаризация гербарного	143%, Приложение 3

	государственного университета, инвентаризация материала и оцифровка таксонов из групп хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений для разрабатываемого информационного ресурса.	материала фонда ALTB таксонов из групп хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений для разрабатываемого информационного ресурса, штрихкодирование и оцифровка листов в объеме не менее 30 шт.		
4.	Заполнение основной таблицы первой части базы данных информационного ресурса по не менее чем 5 видам и 30 образцам.	Заполнена основная таблица первой части базы данных информационного ресурса по не менее чем 5 видам и 30 образцам по этикеточным сведениям гербарных листов и реферативным данным стандартов методики проточной цитометрии.	выполнено, Рис. 4	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ожидаемые научные результаты по заявленным показателям проекта за первый период реализации, связанный в начале разработки планируемой Базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора выполнен в полном объеме.

При выполнении задач план-графика первого этапа проекта методы были выбраны согласно передовым научно-техническим достижениям, мировым спецификациям данных и наиболее признанным и научно обоснованным решениям.

Впервые полученные результаты проекта будут содержать открытые данные по размерам геномов значительного числа хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора в структурированном виде.

- Предложения по использованию результатов выполненного проекта:
- анализ генетических ресурсов и ресурсная оценка хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений;
  - развитие крупнейшей научной цифровой коллекции Гербария ALTB;
  - цифровая геопространственная инвентаризация растений Алтайской горной страны;
  - молекулярно-генетический анализ петалоидной стерильности в цитоплазме клеток перспективных видов растений;
  - оценка величины генома видов растений и прикладных задач.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Biodiversity Information Facility. URL: <http://www.gbif.org> (accessed on 19.11.2021).
- Edwards J. L., Lane M. A., Nielsen E. S. Interoperability of Biodiversity Databases: Biodiversity Information on Every Desktop // *Science*, 2000. – Vol. 289. – Pp. 2312–2314. DOI: 10.1126/science.289.5488.2312
- Google earth pro, Version: 7.3.2.5776 [Internet resource] <https://www.google.com/intl/ru/earth/> (Accessed: 18.11.2021).
- Lane M.A., Edwards J.L. 2007. The Global Biodiversity Information Facility (GBIF) // *Biodiversity databases : techniques, politics, and applications*. Boca Raton, London, New York: Mongolian Red Book. Ulaanbaatar, Mongolia. 2013. «Admon print» Press. 454 p.
- Muller M.R. 2004. An Analysis of the Implications of Intellectual Property Rights (IPR) on the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). GBIF. 43 p.
- Olson D. M., Dinerstein E. The global 200: Priority ecoregions for global conservation // *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2002. – Vol. 89, No 2. – P. 199–224.
- Rare endangered endemic higher plants in Xinjiang of China, 2006. 159 p.
- Red Book of the Russian Federation / Otv. red. L.V. Bardunov, V.S. Novikov: Moskva: издательство, 2008. 500 p. (in Russian).
- Robertson T., Döring M., Guralnick R., Bloom D., Wieczorek J., Braak K., Otegui J., Russell L., Desmet, P. 2014. The GBIF Integrated Publishing Toolkit: Facilitating the Efficient Publishing of Biodiversity Data on the Internet // *PLoS ONE*. V. 9. № 8. P. e102623.

Doležel, J., Doleželová, M., & Novák, F.J. (1994). Flow cytometric estimation of nuclear DNA amount in diploid bananas (*Musa acuminata* and *M. balbisiana*). *Biologia plantarum*, 36(3), 351. doi: 10.1007/BF02920930

Dmitry D Sokoloff, Mikhail V Skaptsov, Nikolay A Vislobokov, Sergey V Smirnov, Alexander I Shmakov, Margarita V Remizowa, Morphological characterization of diploid and triploid *Acorus calamus* (Acoraceae) from southern Western Siberia, parthenocarpy in sterile plants and occurrence of aneuploidy, *Botanical Journal of the Linnean Society*, Volume 195, Issue 2, February 2021, Pages 189–215, <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boaa081>

Pfossler M., Amon A., Lelley T., Heberle-Bors E. Evaluation of sensitivity of flow cytometry in detecting aneuploidy in wheat using disomic and ditelosomic wheat-rye addition lines // *Cytometry*, 1995. - Vol. 21. - № 4. - P. 387-393.

Smirnov S., Skaptsov M., Shmakov A., Fritsch R., Friesen N. Spontaneous hybridization among *Allium tulipifolium* and *A. robustum* (*allium* subg. *Melanocrommyum*, *Amaryllidaceae*) under cultivation // *PHYTOTAXA*. – 2017. – V. 303. – N 2. – P. 155-164. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.303.2.5>

Swets J. A. Measuring the accuracy of diagnostic systems // *Science*. 1988. Vol. 240. P. 1285–1293.

Vaganov A (2020). Biodiversity of the Altai-Sayan ecoregion. Altai State University. Metadata dataset <https://doi.org/10.15468/6cvgov> accessed via GBIF.org on 2021-11-18.

Vaganov A, Koltunova A, Medvedeva K, Zholnerova E (2021). Medical plants of Altai Mountain Country. Version 1.1. Altai State University. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/dt5h62> accessed via GBIF.org on 2021-11-18.

Vaganov A, Shmakov A, Zaikov V, Zholnerova E, Shalimov A, Belkin D, Batkin A, Kasatkin D, Kosachev P, Antonyuk E, Medvedeva K, Usik N, Gudkova P, Kriuchkova E, Ryzhakova D, Dmitriev D (2021). Virtual Herbarium ALTB (South-Siberian Botanical Garden). Version 1.32. Altai State University. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/y6xmme> accessed via GBIF.org on 2021-11-18.

Vaganov A, Shmakov A, Zholnerova E (2021). Red List of Altai Mountain Country (plants). Version 1.3. Altai State University. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/uwre7d> accessed via GBIF.org on 2021-11-18.

Vaganov A.V., Shmakov A.I., Smirnov S.V., Usik N.A., Shibanova A.A., Kechaykin A.A., Kosachev P.A., Kopytina T.M., Zholnerova E.A., Medvedeva K.E., Zaikov V.F., Sinitsyna T.A., Shalimov A.P., Antonyuk E.V., Gudkova P.D., Dmitriev D.A., Batkin A.A., Kasatkin D.E., Belkin D.L. Virtual Herbarium ALTB: collection of vascular plants of the Altai Mountain Country / *Biodiversity Data Journal*, 2021, 9: e67616.

Wieczorek J., Bloom D., Guralnick R., Blum S., Döring M., Giovanni R., Robertson T., Viegals D. Darwin Core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard // PLoS ONE, 2012. – Vol. 7 (1). – P. e29715.

Ваганов А. В., Шмаков А. И., Гудкова П. Д. Глобальные данные о фиторазнообразии Алтайской горной страны, представленные в мировых научных депозитариях // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. ст. по материалам XVIII междунар. науч.-практ. конф. (20–23 мая 2019 г., Барнаул). – Барнаул: Изд-во Алт-ГУ, 2019. – С. 222–227. DOI: <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019045>

Ваганов А.В., Жолнерова Е.А., Шмаков А.И. Применение методов информатики биоразнообразия для формирования Красной книги Алтайской горной страны (растения) // Информационные технологии в исследовании биоразнообразия: материалы III Национальной научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика РАН П. Л. Горчаковского (Екатеринбург, 5–10 октября 2020 г.). – Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2020. – С. 115–118.

Губанов И.А. Энциклопедия природы России. Пищевые растения. Справочное издание. – М.: 1998. – 556 с.

Иванова, Н.В., Шашков, М.П. 2015. Использование обменного формата Darwin Core для создания web ориентированной геоинформационной системы по распространению редких видов, совместимых с международной базой GBIF // Материалы четвертой национальной научной конференции с международным участием «Математическое моделирование в экологии» 18–22 Мая 2015, Пушкино. С. 82–83.

Красная книга Алтайского края. Том 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. – Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2016. – 292 с.

Красная книга Казахстана. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Том 2: Растения (колл. авт.). Астана, ТОО «ArtPrintXXI», 2014. 452 с.

Красная книга Кемеровской области: Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов, 2-е издание, перераб. и дополн. Кемерово: «Азия принт», 2012. 208 с.

Красная книга Красноярского края в 2 т. 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: СФУ, 2012. Т. 2 : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов / гл. ред. Степанов Н.В.. 572 с.

Красная книга Республики Алтай (растения), 3-е изд. перераб. и доп. Горно-Алтайск, 2017. 267 с.

Красная книга Республики Тыва (животные, растения и грибы) / отв. ред. Ондар С.О., Шауло Д.Н.. Изд. 2-е, перераб. и доп. Кызыл: Фаворит, 2018. 564 с.



- Красная книга Республики Хакасия: редкие и исчезающие виды растений и грибов / отв. ред. Анкипович Е.С. 2-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Наука, 2012. 288 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва, 2008. 855 с.
- Определитель растений Алтайского края / И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Д.Н. Шауло и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2003. – 634 с.
- Определитель растений Республики Алтай / И. М. Красноборов [и др.]; отв. ред. И.М. Красноборов, И.А. Артемов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 701 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 1. Семейства Magnoliaceae – Juglandaceae, Ulmaceae, Moraceae, Cannabaceae, Urticaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 421 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 513 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Семейства Fabaceae – Apiaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 601 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 4. Семейства Caprifoliaceae – Lobeliaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 630 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 5. Семейство Asteraceae (Compositae). Часть 1. Роды Achillea – Doronicum / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 317 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 6. Семейство Vutomaceae – Turphaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 391 с.
- Растительные ресурсы России: Компонентный состав и биологическая активность растений. Т. 7. Отделы Lycopodiophyta – Gnetophyta / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 333 с.
- Шашков М. П., Иванова Н. В., Филиппова Н. В., Щигель Д. С. Возможности, решения и инструменты GBIF для оцифровки и развития естественнонаучных коллекций // Зоологические исследования, 2018. – № 20. – С. 169–174.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Описание столбцов Базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора:

- occurrenceID – уникальный ID инвентаризационный номер Гербария ALTB (ваучер, штрих-код);
- references – ссылка на ресурс в сети Интернет с изображением гербарного листа (тип данных "PreservedSpecimen"), либо наблюдения с фотофиксацией растения в природной обстановке (тип данных "HumanObservation");
- DNAamount2C — содержание ДНК 2С, пг;
- genomesize1C – размер генома 1С, Мбп;
- standartOrganism – стандарт, выбранный для оценки величины генома с указанием эталонного живого организма;
- standartLinkReferences – ссылка на ресурс в сети Интернет с указанием научной работы (статья, ресурс и пр.) со стандартом и/или методикой;
- chromosomenumber2N – число хромосом;
- chromosomenumber2NReferences – библиографическая цитата (выходные данные), где опубликовано значение числа хромосом (статья, монография, электронный ресурс – база знаний);
- chromosomenumber2NLink – ссылка на ресурс в сети Интернет, где опубликовано значение числа хромосом (статья, монография, электронный ресурс – база знаний);
- associatedReferences – библиографическая цитата (выходные данные), где опубликованы сведения по значению размера генома (статья, монография, электронный ресурс – база знаний);
- associatedLinkReferences – ссылка на ресурс в сети Интернет, где опубликованы сведения по значению размера генома (статья, монография, электронный ресурс – база знаний);

- basisOfRecord: указываете 1) «PreservedSpecimen» – это только образец в гербарии (дублет образца)! или 2) HumanObservation – означает в дикой природе собран, но без сбора гербарного образца оказался, либо собран в культуре;
- country - название страны, где произведен сбор;
- countryCode – код страны по ISO 3166-1 alpha-2;
- family – название семейства;
- genus – название рода;
- specificEpithet – видовой эпитет;
- scientificName – видовое название с указанием автора;
- catalogNumber – внутренний номер (в экспедиции, номер образца для исследования и пр.);
- recordedBy – автор(ы) сбора;
- verbatimLocality — указание места сбора согласно сведениям этикетки;
- decimalLatitude – широта (в десятичном формате);
- decimalLongitude — долгота (в десятичном формате);
- MinimumElevationInMeters – минимальное значение высоты над уровнем моря в метрах;
- eventDate – дата сбора (в формате ГТТГ-ММ-ДД);
- identifiedBy – автор, определивший таксон;
- typeStatus – указание на типовой материал;
- locationRemarks – экология вида, согласно этикеточным сведениям.

Средства разработки Базы данных размеров геномов хозяйственно-ценных, редких и эндемичных растений, подкреплённых цифровым изображением гербарного листа и сведениями о местах сбора:

- веб-сервер Apache
- MySQL
- PHP
- Smarty 3.1
- JavaScript
- HTML
- CSS
- Darwin Core

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Список исследуемых таксонов из Гербария АЛТВ для разработки базы данных с указанием группы хозяйственной ценности и отнесения к категории редких и эндемичных (Пищ. – пищевые; Лек. – лекарственные, Техн. – технические; Корм. – кормовые, Яд. – ядовитые; Дек. – декоративные; Алк. – алкалоидоносные; Мед. – медоносные; Вит. – витаминноносные; Инс. – инсектицидные).

№	Таксон	Редкие, красная книга	Энде-мик	Пищ.	Лек.	Техн.	Корм.	Яд.	Дек.	Алк.	Мед.	Вит.	Инс.
1.	<i>Delphinium mirabile</i> Serg.		+		+			+	+	+			
2.	<i>Delphinium elatum</i> L.				+			+	+	+			
3.	<i>Delphinium dictyoarpum</i> DC.				+			+	+	+			
4.	<i>Delphinium iliense</i> Huth.		+		+			+	+	+			
5.	<i>Cystopteris almaatensis</i> Kotukhov		+		+			+	+	+			
6.	<i>Cystopteris montana</i> (Lam.) Bernh. ex Desv.	Красная книга Алтайского края											
7.	<i>Cystopteris fragilis</i> Bernh.				+								
8.	<i>Potentilla agrimonioides</i> M. Bieb.										+		
9.	<i>Potentilla argentea</i> L.				+				+	+			
10.	<i>Potentilla asiatica</i> (Th. Wolf) Juz.								+		+		
11.	<i>Potentilla astragalifolia</i> Bunge	Красная книга Республики Алтай	+										
12.	<i>Potentilla chemalensis</i> Kechaykin		+								+		
13.	<i>Potentilla chrysantha</i> Trevir.										+		
14.	<i>Potentilla desertorum</i> Bunge										+		
15.	<i>Potentilla gobica</i> Sojak		+								+		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3



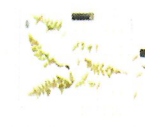
1010003265.jpg



1010003274.jpg



1010003282.jpg



1010003284.jpg



1010003931.jpg



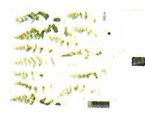
1010003970.jpg



1100036076.jpg



1100036156.jpg



1010003343.jpg



1010003404.jpg



1010003466.jpg



1010003670.jpg



1100036196.jpg



1100037029.jpg



1100037070.jpg



1100037231.jpg



1010003748.jpg



1010003764.jpg



1010003765.jpg



1010003772.jpg



1100037239.jpg



1100037247.jpg



1100037409.jpg



1100037462.jpg



1100042945.jpg



1100043277.jpg



1100044293.jpg



1100044321.jpg



1100045013.jpg



1100045016.jpg



1100045020.jpg



1100045028.jpg



1100044323.jpg



1100044897.jpg



1100044966.jpg



1100044980.jpg



1100045234.jpg



1100045242.jpg



1100045421.jpg



1100044988.jpg



1100044996.jpg



1100045004.jpg



1100045012.jpg