

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО КОЛЛЕКЦИОННЫМ ФОНДАМ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Прохоров А. А.¹, Андриусенко В. В., Веретенникова Ю. В.,
Дерусова О. В., Обухова Е. Л., Шредерс М. А.

В последнее время акценты в области применения информационных технологий (ИТ) для нужд биологических коллекций смещаются от регистрации и учета в область анализа данных. Если определить биоразнообразие как распределенные в пространстве генетические ресурсы, то легко сделать вывод, что одним из наиболее мощных инструментов изучения биоразнообразия являются геоинформационные системы (ГИС). Осуществлена оценка таксономического разнообразия коллекций ботанических садов России для различных таксономических рангов с учетом влияния экологических факторов.

Главной целью создания информационно-поисковой системы «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» (ИПС) является создание доступного источника информации по коллекциям ботанических садов (БС) и дендрологических парков России [Prokhorov, Nesterenko, 2001 (а)]. Проект выполняется путем последовательного накопления и обобщения данных по разным коллекциям: по коллекциям арборетумов, многолетних травянистых растений, по охраняемым растениям (в первую очередь, культивируемым *ex situ*) и по растениям оранжерейных коллекций. Полученные данные обрабатываются с помощью программы для регистрации коллекций «Калипсо» [Prokhorov, Nesterenko, 2001 (б)], использовавшейся в качестве инструмента подготовки данных для Информационно-поисковой системы (ИПС). Подготовлен список растений оранжерей на основе данных по крупнейшим оранжереям (ТБС РАН, Москва и БИН РАН, Санкт-Петербург). На современном этапе осуществляется актуализация информации по отдельным БС, номенклатурная корректировка данных. Используются три стандарта передачи данных. Это Международный переводной формат (ITF1), поддерживаемый программами «BG -recorder» [Смирнов, Антипова, 1997] и «Калипсо», стандартный каталог «Калипсо» и текстовый вариант списка таксонов [Прохоров, Нестеренко, 2001; Прохоров, 2001], который можно сформировать как из любого текстового редактора, так и с помощью выходной формы «Каталог таксонов: без высших таксонов, с кодами ботанических садов («Калипсо»)».

Систематика и номенклатура в ИПС

Точность и идентичность наименования растений являются основой единства информационного пространства БС. Решение этой проблемы складывается из следующих компонент: точное определение таксона; корректное наименование, учитывающее синонимы. При выполнении столь информационно емкого проекта, как ИПС, трудно предугадать все проблемы, которые возникнут по мере его завершения. Первоначально мы приняли реше-

ние строго следовать [Brummitt, 1992; Brummitt, Powell, 1992] в отношении аббревиатур авторов, наименований родов и отнесения их к семействам, т. к. ИПС создавалась параллельно с созданием «Каталога культивируемых древесных растений России» [1999], использующего данный подход. Не вызвало значительных проблем и включение данных «Каталога цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтии» [1997], основанного на тех же принципах. Многие культивары (сорта) декоративных и хозяйственно ценных растений в российских БС традиционно транслитерируются кириллицей. Кроме того, создаваемые селекционерами новые культивары также обычно носят русские названия. В ИПС русские названия культиваров автоматически транслитерируются латиницей с помощью специальной программы, согласно принципам формирования названия сорта (культивара) [Trehane et al., 1995]. Этот подход не безупречен. Согласно позиции Ю. Н. Карпуна [Карпун, 2003], базирующейся на переводе названий японских названий культиваров декоративных древесных растений, перевод названия на английский предпочтительнее для понимания характеристик сорта, нежели транслитерация. Причиной тому является появление в последнем случае неинформативных и труднопроизносимых буквенных комбинаций, теряющих, к тому же, поэтическую компоненту.

До тех пор пока ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» базировалась на тщательно отредактированных каталогах, таксономические проблемы ограничивались разногласиями редакторов. Дополнительные трудности возникли при начале сбора данных по коллекциям редких видов растений [Прохоров, Нестеренко, 2001]. В связи с тем, что Красные книги СССР [1978] и РСФСР [1988] основаны на списках Черепанова, ИПС по редким растениям была модифицирована согласно его работе [Черепанов, 1995]. Адаптировать данный подход к другим таксономическим системам мы посчитали в 2000 г. неактуальным в связи со сложившимися таксономическими

приоритетами при изучении флоры России и раздельным существованием баз данных. Однако данные вышеупомянутых каталогов также включают сведения о редких видах растений, культивируемых в БС. В результате ИПС не позволяла корректно проводить поиск по значительной группе таксонов. С 2001 г. БС начали предоставлять данные о своих коллекциях в форматах локальных систем регистрации коллекционных фондов (текстовые файлы, ITF, «Калипсо»), что резко упростило механизм подключения данных к ИПС. Разумеется, в поступающих сведениях присутствуют достаточно многочисленные опечатки, ухудшающие впечатление от пользования ИПС, что заставило нас особенно внимательно относиться к уникальным таксонам, появляющимся после подключения новых баз.

По мере актуализации данных были выявлены и другие проблемы идентификации растений в коллекциях. Зачастую трактовка вида, принятая в первоисточниках, не соответствует современному пониманию соответствующих таксонов. Хотя ряд из таксономических расхождений непреодолим в принципе, поскольку в основе их лежит несходство точек зрения на те или иные виды у разных авторов, однако для ИПС была разработана база данных [Прохоров, 2002 (а)], позволяющая связать семейства с высшими таксономическими рангами согласно А. Л. Тахтаджяну [Takhtajan, 1997; Тахтаджян, 1986]. Переход от авторской систематики в формат ИПС осуществляется автоматически. Возникающие в этом случае таксономические расхождения между ИПС и владельцем коллекций закономерны, но не принципиальны для пользователя ИПС, являющегося профессиональным ботаником или садоводом. Выбор приоритетной системы сосудистых растений не был обусловлен таксономическими предпочтениями автора, тем более, что использование данного подхода к Pinophyta [Бобров, 2002] и более примитивным сосудистым растениям достаточно спорно, но нами предусмотрена возможность применения иных таксономических систем, при условии что соблюдается стандартное написание наименований комбинаций и их авторов по сетевой версии Index Kewensis [International Plant Names Index, IPNI, http://www.ipni.org/searches/query_ipni.sml].

В качестве основного источника информации для разработки метода переключения между различными системами сосудистых растений, используются «USDA – APHIS – Concordance of Family Names» [http://www.inform.umd.edu/EdRes/Coleges/LFSC/life_sciences/plant_biology/usda/usdaf.html] и другие ресурсы, созданные James L. Reveal. На этом же сайте представлен справочник по номенклатуре семейств сосудистых растений с авторами, библио-

графией, статусом, списком семейств из издания «Names in Current Use» [Greuter et al., 1993].

Конечно, вполне возможна публикация в ИПС названий растений «как есть», однако данное обстоятельство существенно перегружает ИПС и снижает ее производительность. Безусловно, использование той или иной системы есть прерогатива ботанического сада, однако мы рекомендуем придерживаться современных тенденций систематики и классификации растений, а также рекомендаций, изложенных в руководстве по ITF 2 [Wyse Jackson, 1997].

Существует два способа решения проблемы: полная номенклатурная ревизия всех поступающих данных администраторами ИПС; распространение нового поколения программного обеспечения, позволяющего легко осуществлять предварительный сбор и синхронизацию номенклатурных данных по IPNI. Пока нами используется первый подход, при этом корректировка написания наименований комбинаций и их авторов в целях стандартизации производится по IPNI, если данные изменения не противоречат законно обнародованному названию растения, данному российскими авторами [Андрюсенко и др., 2002]. В тех случаях, когда используемая автором комбинация не имеет аналогов в данном источнике, мы приняли решение обращаться к авторам данных с просьбой прокомментировать наименование. Итогом данной номенклатурной корректировки является происходящее в настоящее время наполнение ИПС синонимами, поиск по которым также будет реализован. Данный подход позволил провести исследование таксономической репрезентативности коллекционных фондов в едином формате.

Развитие интерфейса ИПС для решения аналитических задач

В предыдущих работах [Прохоров, 2002 (б, в)] анализировался процесс формирования информационного пространства ботанических садов, включающего номенклатурные и таксономические ресурсы, локальные СУБД по коллекционным фондам; ИПС, обеспечивающие доступ к информации о коллекциях. Совокупность данных ресурсов может быть эффективно использована для координации деятельности ботанических садов и для научных исследований в области мобилизации и сохранения биологического разнообразия (генетических ресурсов) растений. В последнее время акценты в области применения ИТ для нужд биологических коллекций смещаются из области регистрации в область анализа данных [Andreev et al., 2003]. Уже сейчас легко можно определить сады, в которых культивируется тот или иной вид растения, что позволяет планировать проведение сравни-

тельных исследований в различных интродукционных пунктах и определять оптимальные источники для мобилизации исходного материала. Если определить биоразнообразие как распределенные в пространстве генетические ресурсы, то легко сделать вывод, что одним из наиболее мощных инструментов анализа сущностей, распределенных по поверхности планеты, являются геоинформационные системы (ГИС) [Андреев и др., 2003]. В ходе развития ИПС появилась необходимость создания ГИС-интерфейса, позволяющего осуществлять выборку ботанических садов по зонам устойчивости растений, регионам России, странам СНГ и другим географическим делениям. Такой подход позволяет предварительно осуществить отбор группы садов, а затем осуществлять поиск растений в указанных пределах. Постепенно ИПС преобразуется в информационно-аналитическую систему, являющуюся принципиально новым инструментом изучения и сохранения генетических ресурсов растений. Первый вариант ГИС-интерфейса информационно-поисковой системы «Ботанические сады России и сопредельных государств», представленный на рис. 1, реализован на сайте Комиссии по применению информационных технологий СБСР [<http://garden.karelia.ru/gis/gis.shtml>] с доступом по логину 'vvv' без дополнительного пароля. Предполагается в дальнейшем осуществлять регистрацию пользователей данных информационных ресурсов. Перед рассмотрением отдельных примеров применения ИТ следует обратить внимание на возможность широкого доступа к другим аналитическим ресурсам, созданным и используемым авторами. Для успешного их применения необходимо располагать доступом в сеть Интернет. Выход в информационное пространство ботанических садов реализован на сайте СБСР [http://hortulanus.narod.ru/bgr/bgr_r.htm]. Доступ к программе «Калипсо» (версия 4.85) [<http://hortus.karelia.ru/com/soft.htm>] на сайте Комиссии по применению информационных технологий СБСР.

Характерным отличием от обычного пользовательского интерфейса является поддержка выбора списка баз для поиска посредством карт (изображений). ГИС-интерфейс является надстройкой над пользовательским интерфейсом, со своей системой запросов для выбора карт. На данном этапе развития система представляет собой набор страниц, которые подключаются, в зависимости от требуемой карты, сервером посредством технологии SSI (Server Side Include – включения на стороне сервера). На стороне клиента работа обеспечивается посредством применения языка «Java Script», который определяет, к какой карте необходимо перейти, и делает соответствующий запрос к серверу. Первоначально карты разрабатываются в программе MapINFO и представляют собой графическую базу дан-

ных, содержащую детальную информацию о местности и объектах, размещенных на ней.

MapINFO предоставляет широкие возможности по созданию карт, а также по управлению ими. Используя разнообразные выборки в ней, можно быстро получить интересующую информацию, которая впоследствии используется для создания ГИС-интерфейса. Используя встроенный язык Бейсик, карты преобразуются в набор изображений и областей, позволяющих активировать части карты, а также показывать пояснения. После этого ГИС переводится в язык HTML, который обладает встроенной поддержкой работы с картой. После объединения всей информации по картам и создания интерфейса управления формируется ГИС-ориентированная поисковая система. В будущем данные о картах планируется перевести из статического состояния (набор страниц) в базу данных (дополнительные таблицы), которые будут извлекаться соответствующими запросами.

Каждая карта представляет собой изображение определенной области, на которую нанесены зоны, позволяющие перейти к более глубокому уровню или производить поиск по точечным объектам (города, сады). К каждой карте привязан список садов, по которым производится поиск. Для поиска по текущей карте необходимо ввести информацию о растении (строчный или табличный поиск) и выбрать категорию растений для поиска – при необходимости установить или снять метки «по открытому грунту», «по оранжерейным растениям», «по редким растениям». Следует отметить, что возможен поиск сразу по нескольким категориям, для этого следует отметить необходимые категории метками. После этого надо устанавливать метку «учитывать выборку ГИС» и нажать кнопку «Поиск». Откроется новое окно с результатами поиска. Если метка «учитывать выборку ГИС» не была установлена, то будет производиться поиск по всем садам, представленным в нашей базе данных. Для поиска по точечным объектам (города и сады) необходимо ввести название растения в поле строчного поиска, установить метки для категории поиска и нажать левой кнопкой мыши на объект, расположенный на карте. Если название не было введено, то будет производиться поиск всех растений. Слева от карты представлен список карт, по которым можно производить поиск. Название текущей карты подсвечивается красным цветом. Соответственно выше изображения таких карт поясняется их назначение.

Для проведения исследований также использовалось программное средство собственной разработки «Сканер данных ИПС». Это локальная система на стороне клиента, производящая серию однотипных запросов к поисковой системе и объединяющая результаты в единую таблицу. (табл. 1).

**Ботанические сады и интродукционные пункты России и сопредельных государств,
сведения о которых используются для формирования ГИС- интерфейса ИПС**

AR01; Ботанический сад ин-та ботаники НАН республики Армении; Ереван	RU017; Горнотаёжная станция им. В. Л. Комарова, лаборатория дендрологии; пос. Горнотаёжное
AZ01; Ботанический сад АН Азербайджана; Баку	RU018; Дендрарий Сахалинской лесной опытной станции (Сах-ЛОС ДальНИИЛХ); Долинск
AZ02; Мардаканский дендрарий ААН; Баку	RU019; Ботанический сад-институт УрО РАН; Екатеринбург
BY01; Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси (ЦБС НАНБ); Минск	RU020; Ботанический сад Уральского ГУ; Екатеринбург
EE01; Hortus Botanicus Tallinnensis Academiae Scientiarum Estoniae; Tallinn	RU021; Уральская гос. лесотехн. академия, Уральский сад лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова; Екатеринбург
EE02; Botanical Garden of Tartu University; Tartu	RU022; Ботанический сад Удмуртской республики; Ижевск
GE01; Центральный ботанический сад АН Грузии; Тбилиси	RU023; Ботанический сад Удмуртского ГУ; Ижевск
GE02; Батумский ботанический сад АН Грузии; Батуми	RU024; Ботанический сад Иркутского ГУ; Иркутск
GE03; Ботанический сад ин-та ботаники АН Республики Абхазия; Сухуми	RU025; Ботанический сад Марийского ГТУ; Йошкар-Ола
GE04; Абхазская научно-исследовательская лесная опытная станция (АБНИЛОС); Очамчири	RU026; Ботанический сад Казанского ГУ; Казань
KG01; Ботанический сад имени Э. Гареева НАН КР; Бишкек	RU027; Казанский зооботанический сад; Казань
KZ01; Ботанический сад института ботаники и фитоинтродукции Академии наук Республики Казахстан; Алматы	RU028; Ботанический сад Калининградского ГУ; Калининград
KZ02; Жезказганский ботанический сад Института ботаники и фитоинтродукции МНО РК; Жезказган	RU029; Дендрарий ВНИИ агролесомелиорации (Камышин); Камышин
KZ03; Мангышлакский экспериментальный ботанический сад МОиН РК (МЭБС МОиН РК); Актау	RU030; Полярно-альпийский ботанический сад-институт; Кировск
KZ04; Ботанический сад института фитохимии; Караганда	RU031; Дендрарий Кубанского ГАУ; Краснодар
KZ05; Алтайский ботанический сад НАН Республики Казахстан;	RU032; Ботанический сад Кубанского ГУ; Краснодар
LT01; Botanic garden of Vilnius University; Vilnius	RU033; Дендрарий Адыгейского ГУ; Майкоп
LT02; Hortus Botanicus Kaunensis Vitautus Magnus Universitas; Kaunas	RU034; Горный Ботанический сад ДНЦ РАН; Махачкала
LT04; Botanic garden of Siauliai University; Siauliai	RU035; Федеральное государственное унитарное предприятие – лесостепная опытно-селекционная станция; пос. Мещерка
LT05; Botanikos sodas, Klaipedos Universitetas; Klaipeda	RU036; Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН; Москва
LV01; National Botanical Garden (Laboratorium dendroflorae), Latvian Academy of Sciences; Salaspils	RU037; Ботанический сад МГУ им. Ломоносова; Москва
LV02; Hortus Botanicus Universitatis Latviensis; Riga	RU038; Дендрологический сад им. Р. И. Шредера и Ботанический сад им. С. И. Ростовцева Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева; Москва
LV03; Arboretum Kalsnava 'Ciekurkalta';	RU039; Ботанический сад ВИЛАР; Москва
ML01; Ботанический сад Института ботаники АН Молдовы; Кишинев	RU040; Ботанический сад лекарственных растений ММА им. И. М. Сеченова; Москва
RU000; МУП питомник-дендропарк; Соликамск	RU041; Кабардино-Балкарский республиканский ботанический сад; с. Декоративные культуры
RU001; Дендрологический сад СНИИЛХ; Архангельск	RU042; Ботанический сад Кабардино-Балкарского ГУ; Нальчик
RU002; Дендрологический сад Архангельского государственного технического университета (АГТУ); Архангельск	RU043; Ботанический сад Нижегородского гос. университета; Нижний Новгород
RU003; Южно-Сибирский ботанический сад Алтайского ГУ; Барнаул	RU044; Сахалинский ботанический сад ДВО РАН; Южно-Сахалинск
RU004; Дендрологический сад НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко; Барнаул	RU045; Центр. сибирский ботанический сад СО РАН; Новосибирск
RU005; Дендрологический сад Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции (ЗПЯОС) им. И. В. Мичурина; Бердск-8	RU046; Дендрологический сад Новосибирского с/х института; Новосибирск
RU006; Амурский ботанический сад, Амурский КНЦ ДВО РАН; Благовещенск	RU047; Дендрологический парк Ботанического лесничества Новосибирского лесхоза; Новосибирск
RU007; Ботанический сад-институт ДВО РАН; Владивосток	RU048; Ботанический сад Омского ГАУ; Омск
RU008; Ботанический сад Горского государственного аграрного университета; Владикавказ	RU049; Ботанический сад им. И. И. Спрыгина Пензенского ГПИ им. В. Г. Белинского; Пенза
RU009; Ботанический сад Волгоградского государственного педагогического университета; Волгоград	RU050; Ботанический сад Пензенского с/х института; Пенза
RU010; Дендрарий Волжско-Донского судоход. канала им. В. И. Ленина; Волгоград	RU051; Переславский дендрологический сад Национального парка 'Плещеево озеро'; Переславль-Залесский
RU011; Дендрарий ВНИИ агролесомелиорации (Волгоград); Волгоград	RU052; Ботанический сад им. проф. А. Г. Генкеля Пермского ГУ; Пермь
RU012; Ботанический сад им. Б. М. Козо-Полянского Воронежского ГУ; Воронеж	RU053; Ботанический сад Петрозаводского ГУ; Петрозаводск
RU014; Агробиосад Вятского государственного гуманитарного университета; Киров	RU054; Ивантеевский дендрологический парк им. академика А. С. Яблокова; пос. Ивантеевка
RU015; Гончарский дендрологический парк им. П. В. Букреева; Гончарка	RU055; Ботанический сад Пятигорской гос. фармацевтич. Академии; Пятигорск
RU016; Биостанция Горно-Алтайского ГУ; Горно-Алтайск	RU056; Пятигорская эколого-ботаническая станция БИН РАН (Перкальский арборетум); Пятигорск
	RU057; Ботанический сад Родниковского ПТД; Родники
	RU058; Дендрологический парк курортного комплекса «Русь»; Сочи

- RU059; Ботанический сад Ростовского ГУ; Ростов-на-Дону
RU060; Дендрарий Волжско-Камского государственного заповедника; пос. Садовый
RU061; Ботанический сад Самарского ГУ; Самара
RU062; Ботанический сад Мордовского ГУ им. Огарева; Саранск
RU063; Ботанический сад Саратовского ГУ; Саратов
RU064; Дендрарий НИИ сельского хозяйства Юго-Востока; Саратов
RU065; Дендрарий Амурской лесной опытной станции; пос. Свободный
RU066; Ботанический сад БИН РАН им В. Л. Комарова; Санкт-Петербург
RU067; Ботанический сад СПбГУ; Санкт-Петербург
RU068; Ботанический сад Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии; Санкт-Петербург
RU069; Ботанический сад Соловецкого историко-архитектурного музея-заповедника; остров Соловки
RU070; Субтропический ботанический сад Кубани; Сочи
RU071; Сочинский Дендрарий НИИ горного лесоводства и экологии леса (НИИ Горлесэкол) Федеральной службы лесного хозяйства России; Сочи
RU072; Дендрологический парк «Южные Культуры»; Сочи
RU073; Дендрологический парк ОАО «Санаторий им. М. В. Фрунзе»; Сочи
RU074; Парки Большого Сочи; Сочи
RU075; Ставропольский ботанический сад; Ставрополь
RU076; Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН; Сыктывкар
RU077; Ботанический сад Сыктывкарского ГУ; Сыктывкар
RU078; Ботанический сад Тверского ГУ; Тверь
RU079; Сибирский ботанический сад Томского ГУ; Томск
RU080; Ботанический сад-институт Уфимского НЦ РАН; Уфа
RU081; Дендрарий ДальНИИЛХ; Хабаровск
RU082; Дендрарий Кулундинской СХОС; пос. Целинный
RU083; Чебоксарский филиал ГБС РАН; Чебоксары
RU084; Забайкальский ботанический сад, филиал ЦСБС СО РАН; Чита
RU085; Ботанический сад Красноярского ГУ; Красноярск
RU086; Ботанический сад Института биологических проблем криолитозоны СО РАН; Якутск
RU087; Ботанический сад Ярославского государственного педагогического университета им. К. Д. Ушинского; Ярославль
RU088; Дендрарий НИИ аграрных проблем Хакасии; пос. Зеленое
RU089; Бакчарский опорный пункт северного садоводства; Бакчарский р-н, с. Бакчар
RU090; Северо-восточный ботсад Института биологических проблем Севера Северо-Восточного НЦ ДВО РАН; Магадан
RU091; Ботанический сад МГУ «Аптекарьский огород»; Москва
RU092; Орловская зональная плодово-ягодная станция; Орел
RU093; Кузбасский ботанический сад, филиал ЦСБС СО РАН; Кемерово
RU094; Горно-Алтайский ботанический сад, филиал ЦСБС СО РАН; с. Камлак
RU095; Ботанический сад им. В. М. Крутовского Сибирского государственного технологического университета; Красноярск
RU096; Учебный полигон – ботанический сад Якутского государственного университета; Якутск
RU097; Институт биологических проблем Севера ДВО РАН; Магадан
RU098; Ботанический сад Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова; Санкт-Петербург
RU099; ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина; Мичуринск
RU100; Арборетум «Уральский»; Екатеринбург
RU101; Дендрарий Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН; Красноярск
RU102; Дендрарий Крапивинского лесхозтехникума; Щекинский район.
RU103; Крымская опытно-селекционная станция ВНИИР; Крымск
RU104; Чебоксарский ботанический сад; Чебоксары
RU105; Институт биологии Бурятского НЦ СО РАН; Улан-Удэ
RU106; Дендрарий Мурманского государственного технического университета, кафедра биологии и микробиологии; Мурманск
RU107; Ботанический сад Ивановского государственного университета; Иваново
RU108; Ботанический сад Белгородского государственного университета; Белгород
RU110; Кафедра фармакогнозии с курсом ботаники Ярославской государственной медицинской академии; Ярославль
RU111; Дендрарий Бирского государственного педагогического института Республики Башкортостан; Бирск
RU112; Астраханская опытная станция ВНИИР; Астрахань
RU113; Кубанская опытная станция ВНИИР; Краснодар
RU114; Майкопская опытная станция ВНИИР; Майкоп
RU115; Павловская опытная станция ВНИИР; Павловск
RU116; Полярная опытная станция ВНИИР; Апатиты
RU117; Зейская опытная станция ВНИИР; Зей
RU118; Екатеринбургская опытная станция ВНИИР; с. Екатеринбург
RU119; Волгоградская опытная станция ВНИИР; Краснослободск
RU120; Московское отделение ВНИИР; пос. Михнево
RU121; Дальневосточная опытная станция ВНИИР; Владивосток
RU122; Дагестанская опытная станция
RU123; Дендрологический парк-выставка; Екатеринбург
RU124; Дендрарий контрольно-семенной опытной станции; Пушкин
RU125; Ботаническая коллекция биофак-та Тюменского госуниверситета; Тюмень
TD01; Центральный ботанический сад института ботаники АН Таджикистана; Душанбе
TD02; Ботанический сад Таджикского ГУ (БС ТГУ); Душанбе
UA01; Ботанический сад Днепрпетровского университета; Днепрпетровск
UA02; Ботанический сад им. акад. О. Фомина; Киев
UA03; Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко НАН Украины; Киев
UA04; Донецкий ботанический сад НАН Украины (ДБС НАН Украины); Донецк
UA05; Ботанический сад Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина; Харьков
UA06; Никитский Ботанический сад – Национальный научный центр; Ялта
UA07; Дендрологический парк; Умань
UA08; Криворожский ботанический сад НАН Украины; Кривой Рог
UA09; Дендропарк 'Александрия' НАН Украины; Белая Церковь
UA10; Ботанический сад Одесского национального университета им. И. И. Мечникова; Одесса
UA11; Ботанический сад Львовского университета им. Ивана Франко; Львів
UA12; Днепрпетровский Ботанический сад; Днепрпетровск
UZ01; Ботанический сад им. Ф. Н. Русанова, НПО «Ботаника» АН РУз; Ташкент

Сканер используется для анализа распределения растений по различным критериям, что во много раз сокращает трудоемкость сбора и обработки информации. Обработка производится в выбранном таксономическом ранге (класс, порядок, и т. д.).

Данные представляют список названий соответствующего таксономического ранга. Есть список переменных параметров для уточнения параметров поиска (в каких БС осуществлять поиск, в каких типах коллекций – открытый грунт, оранжереи, редкие растения) для каждого элемента списка данных. В итоге формируется таблица, где по вертикали располагаются элементы списка данных, а по горизонтали – элементы списка параметров. В ячейке пересечения размещается результат запроса для этого элемента данных и параметра поиска. Для реализации использовалась технология HTA и код на языке 'Java Script', на котором реализована обработка начальных данных, выполнение и получение результатов запросов, их вывод в виде таблицы. Ботанические сады, данные о коллекциях которых включены в ИПС, локализованы в регионах России,

различаются по ряду климатогеографических характеристик.

Использование ГИС-интерфейса ИПС позволяет осуществить сравнительный анализ коллекций БС, находящихся в разных географических районах. Коды БС, приведенные в таблице 1, приняты для использования только в ИПС, но могут быть полезны пользователям ИПС для выполнения аналитических исследований с применением сложных запросов в режиме интерфейса администратора ИПС. Первая версия ГИС-интерфейса позволяет произвести анализ по региональным отделениям СБСР, по странам и регионам РФ, по диапазонам географической широты, по зонам температурной устойчивости растений (рис. 1). Данные температурные зоны (зоны Редера) выделены согласно [Rehder, 1949] и картам зон температурной устойчивости растений (ТЗ), представленным на сайте USDA [<http://www.plantideas.com/zone/>], которые базируются на лимитирующем интродукцию растений параметре – средней минимальной зимней температуре. Характеристики ТЗ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Число ботанических садов и интродукционных пунктов России (БС) и характеристики температурных зон (ТЗ) устойчивости растений, принятые Департаментом сельского хозяйства США (USDA) [http://www.thegardenlink.com/html/USDA_map.htm]

ТЗ	БС	Средняя минимальная годовая температура		ТЗ	БС	Средняя минимальная годовая температура	
		Температура °С	Температура °F			Температура °С	Температура °F
1	3	ниже -45.5	ниже -50	7a	10	-15.0 – -17.7	5–0
2a	5	-42.8 – -45.5	-45 – -50	7b		-12.3 – -15.0	10–5
2b		-40.0 – -42.7	-40 – -45	8a	0	-9.5 – -12.2	15–10
3a	32	-37.3 – -40.0	-35 – -40	8b		-6.7 – -4.0	20–15
3b		-34.5 – -37.2	-30 – -35	9a	5	-3.9 – -6.6	25–20
4a	40	-31.7 – -34.4	-25 – -30	9b		-1.2 – -3.8	30–25
4b		-28.9 – -31.6	-20 – -25	10a	0	1.6 – -1.1	35–30
5a	20	-26.2 – -28.8	-15 – -20	10b		4.4 – 1.7	40–35
5b		-23.4 – -26.1	-10 – -15	11	0	выше 4.4	выше 40
6a	7	-20.6 – -23.3	-5 – -10				
6b		-17.8 – -20.5	0 – -5				

Представление шкалы Фаренгейта здесь необходимо для сопоставления температурных зон при выборе источника исходного материала для мобилизации за пределами Европы и России. Оценка числа интродукционных пунктов в каждой температурной зоне определялась из данных ГИС, в связи с отсутствием точных климатических характеристик каждого БС по данному параметру. Для более детального анализа влияния экологических факторов

на интродукционный (мобилизационный) потенциал каждого БС необходимо включить в ИПС сведения о климатических характеристиках, описанных по единой форме. Распределение БС по географической широте позволяют отразить совокупное влияние продолжительности светового дня и инсоляции. Данный параметр также включает и температурный фактор, что еще более усложняет его использование для аналитических целей.

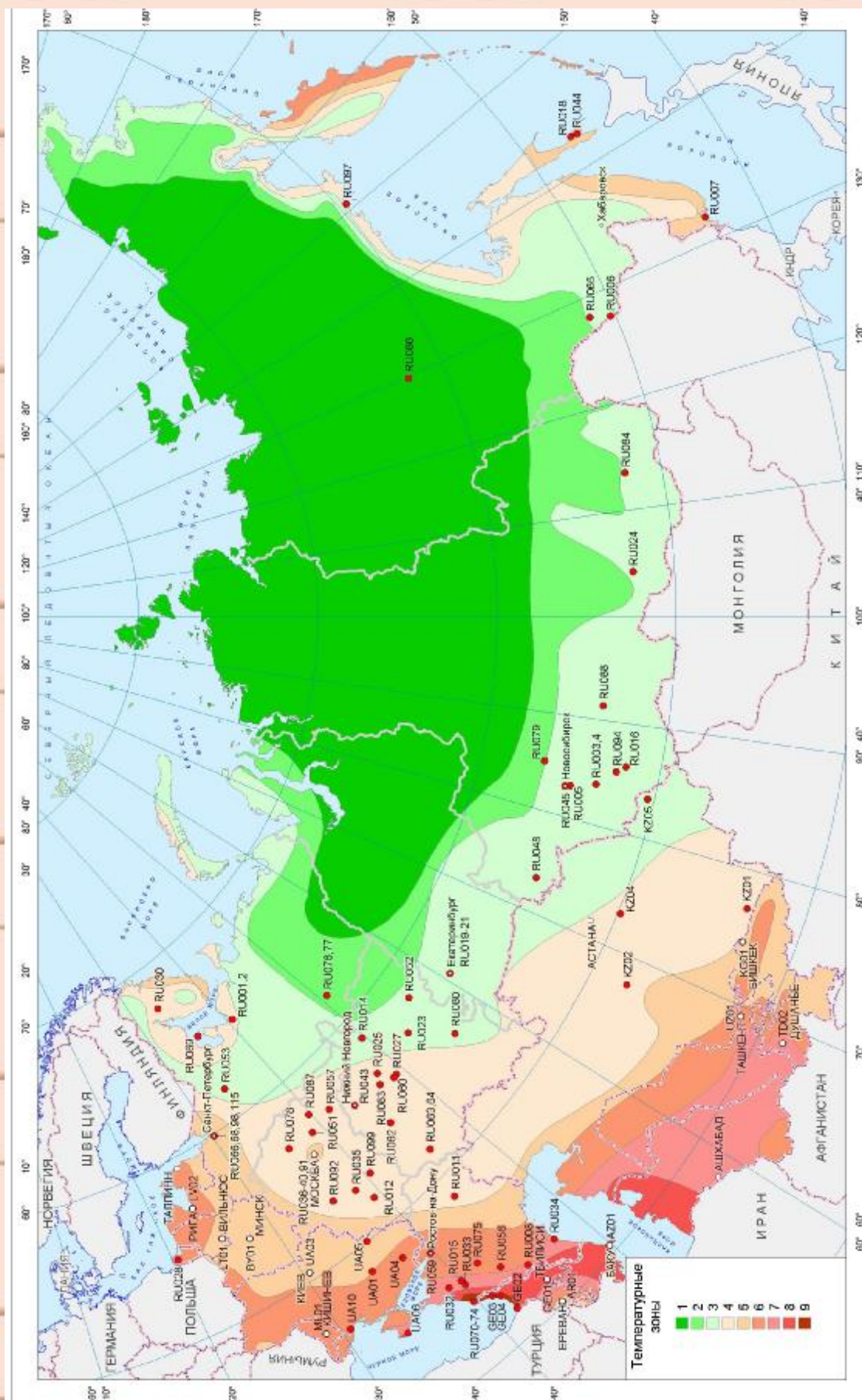


Рис. 1. Распределение БС России и сопредельных государств по температурным зонам устойчивости растений
 Коды БС приведены в таблице 1. Указаны БС, предоставившие сведения о своих коллекциях в «ИПС».

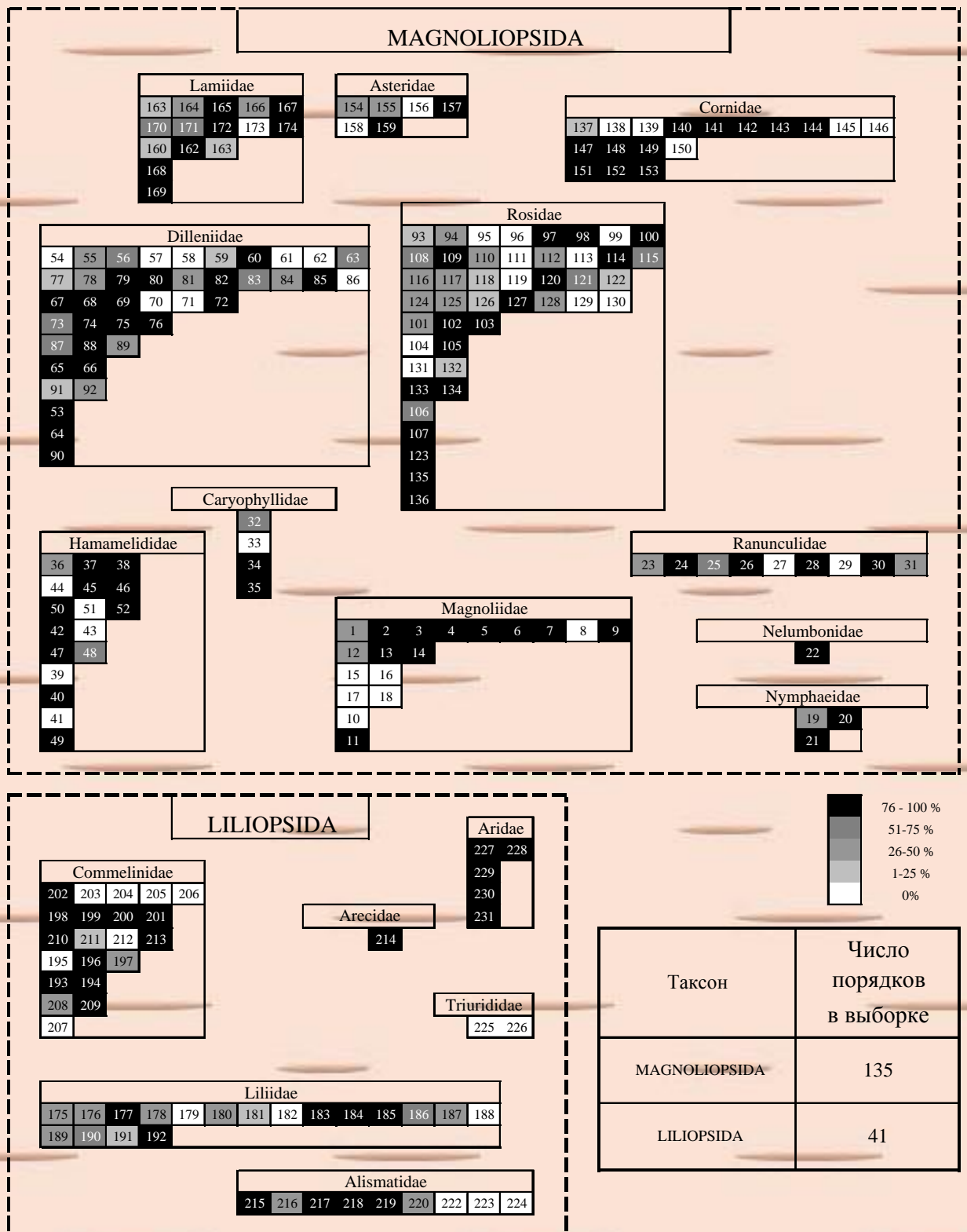


Рис. 2. Таксономическое разнообразие коллекций ботанических садов России. Коды порядков приведены в таблице 3

Таблица 3

Нумерация порядков *Magnoliophyta*

№	Порядок	№	Порядок	№	Порядок	№	Порядок	№	Порядок
1	<i>Magnoliales</i>	48	<i>Coryales</i>	94	<i>Saxifragales</i>	140	<i>Cornales</i>	186	<i>Asparagales</i>
2	<i>Winterales</i>	49	<i>Casuarinales</i>	95	<i>Cephalotales</i>	141	<i>Garryales</i>	187	<i>Xanthorrhoeales</i>
3	<i>Canellales</i>	50	<i>Myricales</i>	96	<i>Greyiales</i>	142	<i>Aucubales</i>	188	<i>Hanguanales</i>
4	<i>Illiciales</i>	51	<i>Rhoipteleales</i>	97	<i>Francoales</i>	143	<i>Griseliniales</i>	189	<i>Stemonales</i>
5	<i>Austrobaileales</i>	52	<i>Juglandales</i>	98	<i>Haloragales</i>	144	<i>Eucommiales</i>	190	<i>Smilacales</i>
6	<i>Eupomatiales</i>	53	<i>Dilleniales</i>	99	<i>Podostemales</i>	145	<i>Aralidiales</i>	191	<i>Dioscoreales</i>
7	<i>Annonales</i>	54	<i>Paracryphiales</i>	100	<i>Gunnerales</i>	146	<i>Toricelliales</i>	192	<i>Taccales</i>
8	<i>Myristicales</i>	55	<i>Theales</i>	101	<i>Rosales</i>	147	<i>Helwingiales</i>	193	<i>Bromeliales</i>
9	<i>Aristolochiales</i>	56	<i>Hypericales</i>	102	<i>Crossosomatales</i>	148	<i>Araliales</i>	194	<i>Velloziales</i>
10	<i>Lactoridales</i>	57	<i>Physenales</i>	103	<i>Chrysobalanales</i>	149	<i>Pittosporales</i>	195	<i>Philydrates</i>
11	<i>Piperales</i>	58	<i>Medusagynales</i>	104	<i>Anisophylleales</i>	150	<i>Byblidales</i>	196	<i>Pontederiales</i>
12	<i>Laurales</i>	59	<i>Ochnales</i>	105	<i>Rhizophorales</i>	151	<i>Viburnales</i>	197	<i>Haemodorales</i>
13	<i>Calycanthales</i>	60	<i>Elatiniales</i>	106	<i>Myrtales</i>	152	<i>Adoxales</i>	198	<i>Musales</i>
14	<i>Chloranthales</i>	61	<i>Ancistrocladales</i>	107	<i>Fabales</i>	153	<i>Dipsacales</i>	199	<i>Lowiales</i>
15	<i>Hydnorales</i>	62	<i>Dioncophyllales</i>	108	<i>Sapindales</i>	154	<i>Campanulales</i>	200	<i>Zingiberales</i>
16	<i>Rafflesiales</i>	63	<i>Lecythidales</i>	109	<i>Tropaeolales</i>	155	<i>Goodeniales</i>	201	<i>Cannales</i>
17	<i>Cynomorales</i>	64	<i>Sarraceniales</i>	110	<i>Sabiales</i>	156	<i>Stylidiales</i>	202	<i>Commelinales</i>
18	<i>Balanophorales</i>	65	<i>Nepenthales</i>	111	<i>Connarales</i>	157	<i>Menyanthales</i>	203	<i>Mayacales</i>
19	<i>Hydropeltidales</i>	66	<i>Droserales</i>	112	<i>Rutales</i>	158	<i>Calycerales</i>	204	<i>Xyridales</i>
20	<i>Nymphaeales</i>	67	<i>Actinidiales</i>	113	<i>Leitneriales</i>	159	<i>Asterales</i>	205	<i>Rapateales</i>
21	<i>Ceratophyllales</i>	68	<i>Ericales</i>	114	<i>Coriariales</i>	160	<i>Gentianales</i>	206	<i>Eriocaulales</i>
22	<i>Nelumbonales</i>	69	<i>Diapensiales</i>	115	<i>Burserales</i>	161	<i>Rubiales</i>	207	<i>Hydatellales</i>
23	<i>Lardizabalales</i>	70	<i>Bruniales</i>	116	<i>Linales</i>	162	<i>Apocynales</i>	208	<i>Juncales</i>
24	<i>Menispermales</i>	71	<i>Geissolomatales</i>	117	<i>Oxalidales</i>	163	<i>Solanales</i>	209	<i>Cyperales</i>
25	<i>Berberidales</i>	72	<i>Fouquieriales</i>	118	<i>Geraniales</i>	164	<i>Convolvulales</i>	210	<i>Flagellariales</i>
26	<i>Ranunculales</i>	73	<i>Styracales</i>	119	<i>Biebersteiniales</i>	165	<i>Polemoniales</i>	211	<i>Restionales</i>
27	<i>Circaeasterales</i>	74	<i>Sapotales</i>	120	<i>Balsaminales</i>	166	<i>Boraginales</i>	212	<i>Centrolepidales</i>
28	<i>Hydrastidales</i>	75	<i>Myrsinales</i>	121	<i>Zygophyllales</i>	167	<i>Limnanthales</i>	213	<i>Poales</i>
29	<i>Glaucidiales</i>	76	<i>Primulales</i>	122	<i>Vochysiales</i>	168	<i>Loasales</i>	214	<i>Arecales</i>
30	<i>Paeoniales</i>	77	<i>Violales</i>	123	<i>Corynocarpales</i>	169	<i>Oleales</i>	215	<i>Butomales</i>
31	<i>Papaverales</i>	78	<i>Passiflorales</i>	124	<i>Brexiales</i>	170	<i>Scrophulariales</i>	216	<i>Hydrocharitales</i>
32	<i>Caryophyllales</i>	79	<i>Caricales</i>	125	<i>Parnassiales</i>	171	<i>Lamiales</i>	217	<i>Najadales</i>
33	<i>Gyrostemonales</i>	80	<i>Salicales</i>	126	<i>Celastrales</i>	172	<i>Callitrichales</i>	218	<i>Alismatales</i>
34	<i>Polygonales</i>	81	<i>Tamaricales</i>	127	<i>Salvadorales</i>	173	<i>Hydrostachyales</i>	219	<i>Aponogetonales</i>
35	<i>Plumbaginales</i>	82	<i>Cucurbitales</i>	128	<i>Icacinales</i>	174	<i>Hippuridales</i>	220	<i>Juncaginiales</i>
36	<i>Trochodendrales</i>	83	<i>Begoniales</i>	129	<i>Metteniusales</i>	175	<i>Melanthiales</i>	221	<i>Potamogetonales</i>
37	<i>Cercidiphyllales</i>	84	<i>Capparales</i>	130	<i>Cardiopteridaceae</i>	176	<i>Colchicales</i>	222	<i>Posidoniales</i>
38	<i>Eupteleales</i>	85	<i>Moringales</i>	131	<i>Medusandrales</i>	177	<i>Trilliales</i>	223	<i>Cymodoceales</i>
39	<i>Myrothamiales</i>	86	<i>Batales</i>	132	<i>Santalales</i>	178	<i>Liliales</i>	224	<i>Zosteriales</i>
40	<i>Hamamelidales</i>	87	<i>Cistales</i>	133	<i>Rhamnales</i>	179	<i>Alstroemeriales</i>	225	<i>Petrosaviales</i>
41	<i>Barbeyales</i>	88	<i>Elaeocarpaceles</i>	134	<i>Elaeagnales</i>	180	<i>Iridales</i>	226	<i>Triuridales</i>
42	<i>Daphniphyllales</i>	89	<i>Malvales</i>	135	<i>Proteales</i>	181	<i>Tecophilaeales</i>	227	<i>Arales</i>
43	<i>Balanopales</i>	90	<i>Urticales</i>	136	<i>Vitales</i>	182	<i>Burmanniales</i>	228	<i>Acorales</i>
44	<i>Didymelales</i>	91	<i>Euphorbiales</i>	137	<i>Hydrangeales</i>	183	<i>Hypoxidales</i>	229	<i>Cyclanthales</i>
45	<i>Buxales</i>	92	<i>Thymelaeales</i>	138	<i>Desfontainiales</i>	184	<i>Orchidales</i>	230	<i>Pandanales</i>
46	<i>Simmondsiales</i>	93	<i>Cunoniales</i>	139	<i>Roridulales</i>	185	<i>Amaryllidales</i>	231	<i>Typhales</i>
47	<i>Fagales</i>								

Таксономическое разнообразие коллекций ботанических садов

К началу 2004 г. ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» включает: 83 573 образца и 28 882 таксона в открытом грунте; 17 354 образца и 12 109 таксонов в коллекциях оранжерей; 2 718 образцов и 855 таксонов редких растений. Эти сведения относятся к 88 коллекциям, в том числе к 72 российским. База по коллекциям сопровождается сведениями о 164 БС и других интродукционных пунктах России и сопредельных государств, сведения о которых используются для формирования ГИС-интерфейса ИПС, и прочих интродукционных пунктах, на основе чего создан ГИС-интерфейс ИПС. Совокупная коллекция БС России включает 31 140 таксонов сосудистых растений, в т. ч. 12 480 культиваров (сортов). С точки зрения специалистов в области систематики растений, сохранения биоразнообразия и ряда других ботанических дисциплин и экологии, значение имеет разница между данными цифрами, отражающая наличие в коллекциях БС России более 17 500 уникальных видов и разновидностей.

Для оценки таксономического разнообразия ботанических коллекций мы использовали соотношение между числом классов, порядков и семейств *Magnoliophyta* согласно А. Л. Тахтаджану (Takhtajan, 1997) и данными, представленными в «ИПС». Для оценки в пределах подкласса используется отношение числа семейств данного порядка для представленной выборки к общему числу семейств для данного порядка. На рис. 2. представлены суммарные данные по коллекциям БС России для *Magnoliophyta*. Выявлено наличие значительных таксономических лагун. Из 175 порядков *Magnoliopsida* представлено 135, из 56 порядков *Liliopsida* – 41. Составлен перечень порядков, отсутствующих в коллекциях БС России. Большая часть отсутствующих порядков представлена растениями тропического региона, и, следовательно, должна быть поставлена задача по пополнению оранжерейных коллекций.

Рассмотрим коллекции БС России в различных зонах температурной устойчивости растений. БС локализованы в регионах России, различающихся по климатическим условиям. Использование ГИС-интерфейса «ИПС» позволяет осуществить сравнительный анализ коллекций БС, находящихся в разных ТЗ, путем отбора списка анализируемых БС, сопряженного с картами. Карта (рис. 1) и данные (таб. 2) демонстрируют неравномерность распределения БС России по ТЗ.

Число представленных порядков *Magnoliophyta* в коллекциях БС в открытом грунте в различных ТЗ представлено на рис. 3. Учитывая достаточно большое число анализируемых коллекций (32 БС в ТЗ 3

и 38 БС в ТЗ 4), равная величина числа представленных порядков показывает незначительное влияние разницы средней минимальной зимней температуры в интервале от -29°C до -40°C на таксономическое разнообразие на уровне высших таксономических рангов.

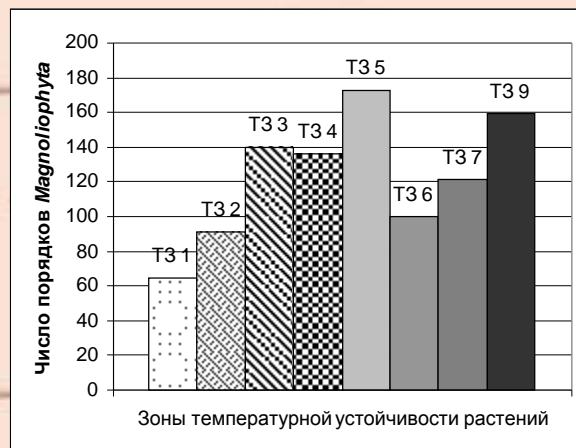


Рис. 3. Таксономическое разнообразие *Magnoliophyta* в открытом грунте БС России

Ситуация с БС юга России (ТЗ 6–9) может быть связана с незначительным числом БС (7 БС в ТЗ 6, 10 БС в ТЗ 7, 6 БС в ТЗ 9) или с их узкой специализацией. Аналогичная ситуация с ТЗ 5 компенсируется наличием крупнейших коллекций страны – ГБС РАН и БС БИН РАН. Потенциал ТЗ 6–9 для интродукционной работы может быть наглядно продемонстрирован на примере типичной таксономической группы субтропического и тропического регионов. Из диаграммы (рис. 4) видно, что объем коллекций *Magnoliidae* открытого грунта, увеличивается в интервале от ТЗ 3 до ТЗ 9.

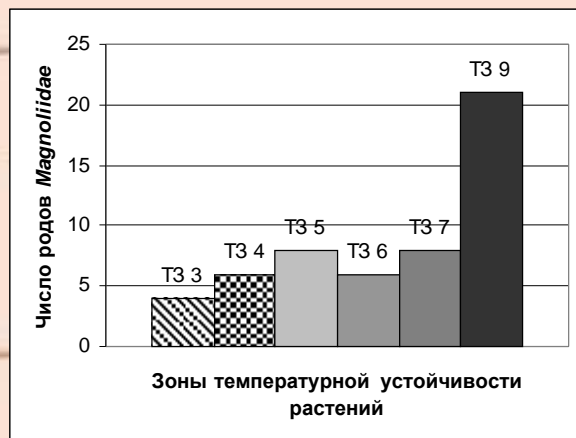


Рис. 4. Таксономическое разнообразие *Magnoliidae* в открытом грунте БС России

Magnoliidae включают 324 рода, относящиеся к 39 семействам 18 порядков (Takhtajan, 1997). Если

исключить из анализа семейства, отсутствующие в коллекциях БС России, остается 270 родов, из которых в коллекциях оранжерей представлено 19 %, в открытом грунте – 9 % родов.

Из диаграммы (рис. 4) отчетливо видна необходимость создания крупных БС на юге России, в первую очередь в ТЗ 6–9. В этом случае будет значительно увеличена полнота коллекций более высо-

ких таксономических рангов. Рассмотрена возможность применения «ИПС» для анализа коллекций на примере относительно небольших по числу родов семейств: *Betulaceae*, *Salicaceae*, *Cupressaceae* и *Magnoliaceae*. Выбор был обусловлен априорным предположением о различном характере зависимости полноты коллекций от экологических факторов для данных таксономических групп.

Таблица 4

Число таксонов *Cupressaceae* в БС России

РОД	ВСЕ	ОГ	ЗГ	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 9
<i>Actinostrobus</i> Miq.	1		1							
<i>Callitris</i> Vent.	7	2	7				1			1
<i>Calocedrus</i> Kurz	4	4	3							4
<i>Chamaecyparis</i> Spach	110	83	50		14	11	18	30	25	71
<i>x Cupressocyparis</i> Dallim.	1	1								1
<i>Cupressus</i> L.	68	61	28						2	61
<i>Juniperus</i> L.	100	96	18	1	31	27	44	50	36	68
<i>Arceuthos</i> Antoine & Kotschy	1	1								1
<i>Libocedrus</i> Endl.	2	2					1			1
<i>Austrocedrus</i> Florin & Boutelje	1		1							
<i>Microbiota</i> Kom.	1	1	1		1	1	1	1	1	1
<i>Tetraclinis</i> Mast.	1	1	1							1
<i>Thuja</i> L.	96	96	17		47	53	48	61	35	68
<i>Platycladus</i> Spach	18	16	4		1	1	1	5	7	13
<i>Thujopsis</i> Siebold & Zucc.	2	2	2		2	2	2	2	2	2
<i>Widdringtonia</i> Endl.	4	1	4							1

Примечания. ВСЕ – в целом; ОГ – в открытом грунте; ЗГ – в оранжереях; ТЗ 1–9 – в открытом грунте.

Анализ итогов интродукции *Cupressaceae* (табл. 4) показал отсутствие 5 родов (*Diselma* Hook. f.; *Fitz-roya* Hook. f. ex Lindl.; *Fokienia* A. Henry & H. N. Thomas; *Neocallitropsis* Florin; *Pilgerodendron* Florin) в коллекциях БС России. Только в закрытом грунте в коллекциях оранжерей БС БИН РАН представлены два рода: *Austrocedrus* Florin & Boutelje, *Actinostrobus* Miq. Исключительно в открытом грунте представлены *x Cupressocyparis* Dallim. и *Libocedrus* Endl. Наибольшее количество родов данного семейства представлены в коллекции Субтропического ботанического сада Кубани.

Можно утверждать, что подавляющее большинство таксонов *Cupressaceae*, отсутствующих в настоящее время в коллекциях российских интродукционных центров, могут культивироваться в районе Северного Кавказа, преимущественно на его черноморском побережье. С помощью поисковой системы «Multisite» нами осуществлен поиск потенциальных доноров отсутствующих таксонов *Cupressaceae* для ТЗ 9 (район Сочи). Рассмотрено пространственное распределение отдельных родов. Для *Chamaecyparis*, *Juniperus*, *Platycladus* характерно увеличение числа таксонов в южных ТЗ. Таксоны ряда родов представлены только в ТЗ 7–9.

Для рода *Magnolia* L. коллекция открытого грунта значительно превышает аналогичную коллекцию оранжерей. Это может быть связано с размерами представителей данного рода, не позволяющими содержать значительное число образцов в оранжереях. Анализ показывает, что из 40 представленных в открытом грунте таксонов 39 культивируется в ТЗ 9. Сравнимыми коллекциями, обладают Субтропический БС Кубани, Сочинский дендрарий и дендрологический парк «Южные культуры». Рассматриваемый род представлен в крупных коллекциях The Holden Arboretum и Arnold Arboretum (США) 130 и 90 таксонами соответственно. Сравнение таксономического состава этих коллекций с нашими данными показывает отсутствие в БС России 31 вида и разновидности и 85 сортов.

Интерес к семейству *Salicaceae* Mirb. определялся коллекционной политикой БС ПетрГУ. В последние годы, в связи с развитием технологий утилизации растительной биомассы, в ряде стран активизировались селекционные работы с родом *Salix* L. – Ива, отдельные представители которого являются одними из наиболее быстрорастущих древесных пород в условиях умеренного климата

(Pohjonen, 1991). Остается востребованным и традиционное применение ивы (опыт работы в Ботаническом саду ПетрГУ показывает, что в Карелии наибольший интерес вызывают декоративные и корзиночные культивары). Возникает потребность в расширении ассортимента сортов, а в связи с этим – в инвентаризации генетических ресурсов с последующим вовлечением перспективного материала в селекционный процесс.

В коллекциях БС все 266 таксонов *Salicaceae* Mirb. представлены в открытом грунте (табл. 5). Экологический оптимум для представителей данного семейства наблюдается в ТЗ 3–4, где выявлено более 140 таксонов. Коллекция рода *Salix* L. макси-

мальна в ТЗ 3. «ИПС» помогает выявить результаты успешной интродукции. Данные о количестве таксонов в ближайших интродукционных пунктах позволяют легко выявить оптимального донора. В качестве оптимального источника посадочного материала для интродукции вполне могут рассматриваться наиболее богатые коллекции в пределах одной ТЗ. Обычно наиболее полная коллекция подразумевает наличие в саду квалифицированного специалиста по данной группе растений. Следовательно, эта коллекция определена наиболее корректным образом. Для рода *Salix* L. такая коллекция создана в Екатеринбурге (Беляева, Шабурова, Дьяченко, 2000).

Таблица 5

Salicaceae Mirb. в БС России

РОД	ОГ	ТЗ 1	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 9
<i>Chosenia</i> Nakai	1	1		1	1	1			
<i>Populus</i> L.	54	5	4	31	32	30	17	16	14
<i>Salix</i> L.	211	8	8	158	101	73	21	21	7

Примечания. ОГ – в открытом грунте; ТЗ 1–9 – в открытом грунте.

В отечественных коллекциях БС представлены два рода семейства *Betulaceae* Gray, оптимальные условия для которых лежат в интервале ТЗ 3–5. Крупнейшие коллекции рода *Betula* L. находятся в ГБС РАН, а рода *Alnus* L. – в БС Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С. М. Кирова. Род *Betula* L. в коллекциях БС России в целом представлен 92 таксонами, исключительно в коллекциях открытого грунта.

Таблица 6 показывает число представителей рода *Betula* L. в наиболее полных коллекциях. Данные коллекции включают и уникальные таксоны, представленные только в одном БС. Для коллекций с незначительным числом таксонов уверенность в корректном определении снижается, в связи с этим приведены списки уникальных таксонов только для основных коллекций.

Выявление таких таксонов, зачастую исключительно требовательных к экологическим условиям, позволит привлечь к ним внимание владельцев коллекций. Необходимо увеличивать число образцов данного таксона различного происхождения для формирования устойчивой коллекции. Кроме того, необходимо привлечь ботанические сады, находящиеся в аналогичных экологических условиях, к созданию дубликатов данных коллекций уникальных таксонов. Выявление видов, нуждающихся в защитных мероприятиях *ex situ*. В БС России собраны значительные коллекции редких и исчезающих растений. В начале 1980-х гг. в БС бывшего СССР выращивались 1 117 нуждающихся в охране видов растений, которые были представлены 5 000

образцами различного происхождения (Редкие и исчезающие виды природной флоры, 1983).

С целью анализа современного состояния работ по сохранению растений *ex situ* в БС России использовались ресурсы «ИПС». В связи с расхождением оценки категории состояния вида в природе (статуса вида) был получен список таксонов, находящихся под угрозой исчезновения по данным IUCN (Walter, Gillett, 1997) и включенных в БД WCMC, для которых статус дан согласно стандартам, принятым IUCN до 1994 г. Полученный список включал 100 таксонов, представленных во флоре России. Подключение данной информации, а также списка видов флоры, на которые наложен запрет и ограничения на торговлю согласно CITES (<http://www.cites.org/eng/resources/species.html>) и списка сосудистых растений из Красной книги РСФСР (1988) позволяет проанализировать работу по сохранению видов в БС России.

По ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» в БС России представлены 28 таксонов из 100 включенных в список IUCN. 5 из этих 28 таксонов не включены в Красную книгу РСФСР (1988). 62 таксона из списка IUCN включены в Красную книгу РСФСР (1988). Особое внимание следует обратить на таксоны, имеющие статус Ex/E, E, V, R (IUCN Red List Categories, 1994), из числа которых в БС России культивируются только: *Allium microbulbum* Prokh. (EX/E); *Allium regelianum* A. Beck. (R); *Galanthus lagodechianus* Kem.-Nath. (R); *Iris acutiloba* C. A. Mey (E); *Amphoricarpos elegans* Albov (V); *Brachanthemum baranovii* (Krasch. & P. Poljakov) Krasch. (V); *Erigeron compositus* Pursh

(R); *Isatis jacutensis* (N. Busch) N. Busch. (R); *Betula raddeana* Trautv. (I); *Astragalus dasyanthus* Pall. (R); *Cotoneaster cinnabarinus* Juz. (R). Полученные данные позволяют определить лакуны в коллекции видов, находящихся под угрозой исчезновения в мире в целом, ответственность за сохранность которых лежит на Российской Федерации. По нашим дан-

ным, из 81 таксона флоры России, найденных в приложениях к CITES, в БС России культивируются 39. Следует отметить, что в данные списки включены таксоны, на которые существует определенный коммерческий спрос, т. е. наиболее подверженные риску уничтожения *in situ*.

Таблица 6

Наиболее полные коллекции таксонов рода *Betula* L. и представленные в них уникальные таксоны (N – число таксонов)

Название БС	N	Уникальные таксоны
Ботанический сад Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии	22	<i>Betula andrewsii</i> Nelson et Coult.
		<i>Betula borysthena</i> Klok. ex Prokud.
		<i>Betula celtiberica</i> Rothmaler & Carv. Vasc.
		<i>Betula hallii</i> A. Gray
		<i>Betula x koehnei</i> C. K. Schneid.
		<i>Betula resinifera</i> Britton
Федеральное государственное университетское предприятие – лесостепная опытно-селекционная станция	58	<i>Betula pubescens</i> var. <i>carpatica</i> (Waldst. et Kit.) Koch
		<i>Betula resniczenkoana</i> (Litv.) Schischk.
		<i>Betula saposhnikovii</i> Sukacz.
Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН	32	<i>Betula corylifolia</i> C. H. Wright
		<i>Betula delavayi</i> Micheli
		<i>Betula tatewakiana</i> M. Ohki & Watan.
Ставропольский ботанический сад	55	<i>Betula alajica</i> Litv.
Дендрарий Амурской лесной опытной станции	36	<i>Betula carpatica</i> Bloki ex Dubovik
Дендрологический сад СНИИЛХ	47	<i>Betula kamtschatica</i> E. Wolf
Полярно-альпийский ботанический сад-институт	51	<i>Betula papyrifera</i> var. <i>kenaica</i> (W. H. Evans) A. Henry
Ботанический сад Ростовского ГУ	21	<i>Betula korshinskyi</i> Korovin

Аналогичным методом можно оценить успехи БС России в сохранении видов, включенных в Красную книгу РСФСР (1988), список которых в версии, подготовленной для анализа коллекций БС Комиссией по редким видам растений СБСР, был также подключен к «ИПС». Из общего объема в 466 таксонов только 203 представлены в коллекциях БС. В настоящее время эти данные уточняются в процессе опроса, осуществляемого комиссией по редким и исчезающим растениям СБСР.

В связи с отсутствием общедоступной информации о статусе видов, включенных в списки IUCN (Walter, Gillett, 1997), нерешенной задачей остается сохранение редких интродуцированных растений, культивируемых в БС России. Необходимо подключение БД IUCN (<http://www.unep-wcmc.org/species/plants/>) к ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» для полного анализа коллекционных фондов видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Целенаправленная интродукционная работа, ввод растений в культуру, создание банков семян и

других генных банков, а впоследствии и создание искусственных растительных сообществ, оптимальных для данного вида, позволяют закрыть пробелы в коллекции редких видов растений. Широкий диапазон климатических условий в БС России делает возможным координацию коллекционной политики в области сохранения редких видов на основе рекомендаций специалистов, использующих аналитические возможности «ИПС».

В целом в результате анализа сведений о коллекционных фондах БС России, представленных в «ИПС»: определено число таксонов различных таксономических рангов, представленных в коллекциях БС России; составлен перечень порядков *Magnoliopsida* и *Liliopsida*, не представленных в коллекциях БС; изучен характер изменения таксономического разнообразия коллекций БС России в различных зонах температурной устойчивости растений (ТЗ); показана необходимость расширения сети БС на юге России в целях интенсификации работы по мобилизации генетических ресурсов растений (увеличения таксономического разнообразия).

На примере анализа таксономического разнообразия коллекций отдельных семейств и родов показана возможность использования «ИПС»: при оценке интродукционной работы и выявлении экологических факторов, определяющих интродукционный потенциал региона; при формировании коллекционной политики и выборе потенциального донора; при анализе данных о видах, находящихся под угрозой исчезновения, для оценки эффективности работы по сохранению биоразнообразия; для определения лакун в коллекциях редких видов *ex situ*; для координации деятельности БС по сохранению биоразнообразия с учетом действующих экологических факторов.

Список использованной литературы

Андреев Л. Н., Андрусенко В. В., Дерусова О. В. и др. ГИС-интерфейс информационно-поисковой системы «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» // Научный сервис в сети Интернет: Труды Всероссийской научной конференции (22–27 сентября 2003 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2003. С. 76–77.

Андрусенко В. В., Каиштанов М. В., Платонова Е. А., Прохоров А. А. Проблемы номенклатурной коррекции данных, поступающих в ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира: Тез. докл. Междунар. науч. конф. г. Минск, 30–31 мая 2002 г., Центральный ботанический сад НАН Беларуси. Минск: БГПУ, 2002. С. 6–7.

Бобров А. В., Карпун Ю. Н., Романов М. С. Семейство Кипарисовые – Cupressaceae L. С. & A. Rich. ex Bartl. 1830 s. 1 // Итоги и перспективы интродукции древесных растений в России. Вып. 11. Сочи; М., 1999. 68 с.

Бобров А. В. Филогения хвойных (анализ современных представлений). СПб.: СПбГУ, 2002. 193 с.

Карпун Ю. Н. Латинско-русский словарь названий декоративных растений Северного Кавказа. Сочи, 2003. 68 с.

Карпун Ю. Н., Арнаутов Н. Н., Романов М. С. Род Кипарис. Cupressus L. // Итоги и перспективы интродукции древесных растений в России. Вып. 1. Сочи, 1994.

Каталог культивируемых древесных растений России / Под ред. Н. Н. Арнаутова, А. В. Боброва, Ю. Н. Карпуна и др. Сочи; Петрозаводск, 1999. 173 с.

Каталог культивируемых древесных растений Северного Кавказа / Под ред. Ю. Н. Карпуна. Сочи, 2002. 98 с.

Каталог растений Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина Российской академии наук. М.: Изд-во МСХА, 2001. 347 с.

Каталог цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтии / Под ред. Р. А. Карпионовой. Минск, 1997.

Красная книга РСФСР: Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 592 с.

Красная книга СССР (Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений). М.: Лесная промышленность, 1978. 459 с.

Прохоров А. А. Проблемы создания Информационно-поисковой системы по коллекционным фондам ботанических садов СНГ // Бюлетень Державного Нікітського ботанічного саду. № 83. 2001. С. 87–89

Прохоров А. А. Стратегия информационной поддержки изучения и сохранения биологического разнообразия на примере коллекций ботанических садов // Использование и охрана природных ресурсов России. 2002 (а). № 5. С. 92–96.

Прохоров А. А. Формирование информационного пространства ботанических садов // Информационные ресурсы России. 2002 (б), Вып. 3 (66). С. 10–13.

Прохоров А. А. Обеспечение открытого доступа к информации о коллекционных фондах ботанических садов // Ботанический журнал. 2002 (в). Т. 87, № 11. С. 127–130.

Прохоров А. А., Нестеренко М. И. Информационно-поисковая система « Коллекционные фонды ботанических садов » // Hortus botanicus. 2001. Вып. 1. С. 78–85.

Смирнов И. А., Антипова Е. А. Ботанические сады и системы регистрации данных // Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР. Вып. 6. М., 1997. С. 45–48.

Тахтаджян А. Л. Высшие таксоны сосудистых растений, исключая цветковые // Проблемы палеоботаники, Л.: Наука, 1986. С. 137–142.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.

Andreev L. N., Andrusenko V. V., Obuhova E. L. et al. Use of network information resources for the analysis of collection funds of botanical gardens of Russia and adjacent states // Botanic Garden Strategies in Changing Economic Conditions, Tartu, 3–5 July 2003, Abstracts of International Conference of Botanic Gardens of East and Central Europe. Botanical Garden. University of Tartu. Tartu, 2003. P. 4

Brummitt R. K. Vascular plant. Families and Genera. Royal Botanic Gardens. Kew, 1992.

Brummitt R. K., Powell C. E. Authors of Plant Names. Royal Botanic Gardens, Kew. 1992.

Greuter W., Brummitt R. K et al. NCU-3: Names in Current Use for Extant Plant Genera // Regnum Veg. 1993. № 129.

Prokhorov A. A., Nesterenko M. I. Der Nutzen des Internet und das Informations- und Suchsystem «Botanische sammlungen Russlands» // Botanische garten und Erhaltung Biologischer Vielfalt. Ein Erfahrungsaustausch. (Referate und Ergebnisse des gleichlautenden Workshops in Georgien vom 23–28. Mai 1999) / (Ed. M. Von den Driess und W. Lobin (Bearb.). Bundesamt für Naturchutz 2001 (a). P. 75–82.

Prokhorov A. A., Nesterenko M. I. Das Datenbankmanagementsystem CALYPSO für die Pflanzenregistrierung // Botanische garten und Erhaltung Biologischer Vielfalt. Ein Erfahrungsaustausch. (Referate und Ergebnisse des gleichlautenden Workshops in Georgien vom 23–28. Mai 1999) / (Ed. M. Von den Driess und W. Lobin (Bearb.). Bundesamt für Naturchutz 2001 (a). P. 83–92.

Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy of in North America. New York: The Macmillan Company, 1949. 996 p.

Takhtajan A. L. Diversity and classification of flowering plants. Columbia University Press. New York, 1997.

Trehane P. D., Brickell C. D., Baum B. R. et al. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Quarterjack Publishing. Wimborne, 1995

Walter K. S., Gillett H. J. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. IUCN – The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998. 862 p.

Wyse Jackson D. (compiler) International Transfer Format for Botanic Garden Plant Records (version 2.00 draft 3.2.). Botanic Gardens Conservation International. Richmond, 1997

***ANALYTICAL OPPORTUNITIES OF INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM
ON COLLECTION FUNDS OF BOTANICAL GARDENS***

***Prokhorov A. A., Andriusenko V. V., Veretennikova J. V., Derusova O. V.,
Obuhova E. L., Shreders M. A.***

Recently, the accents in the field of application of information technologies for needs of biological collections are displaced from registration and account in area of the analysis of the data. If to determine a biodiversity, as the genetic resources, distributed in space, it is easy to make a conclusion, that one of the most powerful tools of the investigation of biodiversity are the geoinformation systems. The estimation of taxonomy representation of collections of botanical gardens of Russia for different taxonomic ranks is carried out in view of influence of the ecological factors.

ⁱ Ботанический сад Петрозаводского государственного университета. E-mail: alpro@onego.ru.