

На правах рукописи



ПРОХОРОВ Алексей Анатольевич

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НА ПРИМЕРЕ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ
РОССИИ**

03.00.16 - экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Петрозаводск — 2004

Работа выполнена в Ботаническом саду и на кафедре ботаники и физиологии растений Петрозаводского государственного университета

Научный консультант доктор биологических наук,
академик РАН
Андреев Лев Николаевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор
Тарбаева Вероника Михайловна

доктор биологических наук, чл.-кор.
РАН
Жиров Владимир Константинович

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Царев Анатолий Петрович

Ведущая организация Санкт-Петербургский
государственный университет
(Ботанический сад)

Защита состоится 3 ноября 2004 года в 14 час. на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет, ауд. 326 теоретического корпуса.

Факс:(8142)711000

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета.

Автореферат разослан «20» сентября 2004 года

Ученый секретарь
диссертационного совета



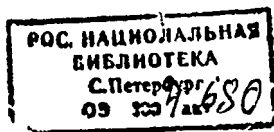
С.Д. Узенбаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В «Глобальной стратегии сохранения растений» (2002) сформулированы основные задачи, решение которых позволит остановить процесс снижения биологического разнообразия растений. На ботанические сады (БС) возложена миссия по сохранению растений *ex situ*. Деятельность БС в данном направлении регламентируется «Международной программой для ботанических садов по сохранению растений» (Wyse Jackson, Sutherland, 2000), которая адаптирует идеи, изложенные в «Стратегии ботанических садов по охране растений» (Heywood, 1989) к условиям деятельности БС, сложившимся после принятия КБР (Конвенция о биологическом разнообразии, 1995) и CITES (Akeroyd et al., 1994). В настоящий момент в 153 странах мира функционирует уже более 2200 БС, численность коллекций в которых варьирует от сотен до десятков тысяч таксонов. По нашим данным, в настоящее время в России более 125 БС и других интродукционных центров, основная деятельность которых связана с мобилизацией и сохранением генетических ресурсов растений.

В настоящее время эффективное использование генетических ресурсов Земли рассматривается как один из факторов устойчивого экономического развития. Генетические ресурсы сосредоточены в организациях многих министерств и ведомств Российской Федерации. В такой ситуации разрозненные действия при отсутствии государственной стратегии препятствуют рациональному сохранению и эффективному использованию генетических ресурсов, угрожают невозполнимыми потерями генетических коллекций и природных экосистем. Поэтому четкая координация и совместная разработка стратегии и политики в деле сохранения и использования биологического разнообразия необходима для реализации всего его потенциала. Среди предложений по улучшению состояния дел с мобилизацией, сохранением и использованием генетических ресурсов (Черешнев и др., 2002) следует отметить, те которые практически осуществлялись в ходе выполнения данной работы применительно к коллекциям БС Российской Федерации:

- обеспечение общедоступности сведений относительно процедур доступа к генетическим ресурсам и об организациях, причастных к сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов в Российской Федерации;
- инвентаризация генетических ресурсов и создание автоматизированных банков паспортных и оценочных данных;



- создание единой российской информационной сети, включающей эффективную систему электронной связи и пригодной для использования в международных коммуникациях.

Цели и задачи.

Основная теоретическая цель работы состоит:

- в изучении проблем сохранения биологического разнообразия и мобилизации генетических ресурсов сосудистых растений на примере коллекционных фондов БС России;
- в определении принципов формирования информационного пространства БС, состоящего из локальных систем регистрации коллекций, информационно поисковых систем (ИПС) по коллекциям БС, таксономических и номенклатурных информационных систем, баз таксономически информативных изображений, геоинформационных систем и других информационных ресурсов;
- в разработке, на примере БС, системы информационного обеспечения работ по изучению и сохранению биологического разнообразия России.

Основными практическим целями являются:

- разработка методов анализа коллекционных фондов БС России, с целью координации их деятельности по сохранению генетических ресурсов сосудистых растений;
- создание ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» (*"ИПС"*) - максимально наполненного источника информации по коллекциям БС и арборетумов России, позволяющего получать по Интернету сведения о наличии каждого таксона в коллекциях и являющегося инструментом изучения процессов интродукции растений в России и на постсоветском пространстве;
- разработка и внедрение локальной системы регистрации коллекций *«Калипсо»* для обеспечения задач сохранения и учета коллекционных фондов БС России.

В процессе выполнения работы решались следующие задачи.

1. Осуществление анализа деятельности сообщества БС по сохранению и изучению биологического разнообразия;
2. Исследование применения информационных технологий, в работах по сохранению и изучению биологического разнообразия и, в частности, коллекций БС;

3. Создание средств регистрации и анализа ботанических коллекций, в т.ч.:

- создание и распространение стандартной локальной системы регистрации коллекций растений, поддерживающей международный стандарт записей о растениях в коллекциях БС;
- разработка и внедрение стандартов передачи информации о коллекциях растений, ориентированных на различные возможности БС;
- разработка принципов и методов номенклатурной и таксономической корректировки поступающих данных, базирующихся на таксономических и номенклатурных информационных ресурсах;
- создание ИПС, предоставляющей пользователю информацию о наличии определенных таксонов растений в коллекциях БС;
- создание геоинформационной аналитической системы и других программных средств для исследования пространственного распределения растений коллекционных фондов БС;

4. Осуществление многозадачного анализа коллекционных фондов БС России с использованием разработанных технологий, включающего: оценку таксономического разнообразия коллекционных фондов по отношению к мировой флоре; оценку влияния ключевых климатических факторов на пространственное распределение генетических ресурсов сосудистых растений; разработку подходов к решению задач по формированию национальной коллекции редких и исчезающих видов растений флоры России.

Научная новизна. Информационные технологии (ИТ) резко увеличили интенсивность и число взаимосвязей между исследователями. Не являются исключением и БС. Появилась реальная возможность выхода на новый уровень постановки задач с учетом глобализации экономического и информационного пространства. Разумеется, БС обретают в мировой информационной сети свое место, являющееся частью системы информационной поддержки изучения и сохранения биологического разнообразия. Именно этот процесс и стал, с одной стороны, объектом данного исследования, с другой стороны, продуктом, формирующимся под влиянием создаваемых нами компонентов информационного пространства.

В конце 1998 года была создана Комиссия по применению новых информационных технологий при Совете ботанических садов России (СБСР) в задачи которой входят: организация сбора информации о разработках программного обеспечения и информационных ресурсов в системе БС; распространение информации о существующих разработках программного обеспечения и информационных ресурсов для нужд БС;

распространение программного обеспечения и информационных ресурсов для нужд БС с целью создания стандартных систем регистрации коллекционных фондов и информационного обмена; создание единой обновляемой информационной системы о коллекциях БС России в Интернете.

Впервые создана система информационной поддержки работ по сохранению и обогащению коллекционных фондов БС, опирающаяся на сопряженное развитие локальных систем регистрации коллекций растений и универсальной информационной системы, позволяющей преобразовывать данные в единый номенклатурный стандарт, соотношенный со стандартной таксономической схемой.

Проблемы регистрации коллекций БС решает ряд программ, в том числе, созданная в 1996 г. и постоянно совершенствуемая нами программа «*Калипсо*», распространяемая в системе БС России и СНГ, позволяющая осуществлять квалифицированный учет растений, мониторинг коллекционных фондов, хранить базы изображений растений. Знания о наличии таксонов в коллекциях конкретных интродукционных пунктов и методе их культивирования являются ключевой информацией для осуществления координированной деятельности по сохранению и развитию ботанических коллекций и для сохранения биологического разнообразия в целом.

«НПС» и локальная система регистрации коллекций «*Калипсо*» создали принципиально новую ситуацию в области информационной поддержки научных исследований в области ботаники, сохранения и изучения биоразнообразия, сохранения коллекционных фондов БС России. Созданная информационная система является универсальным аналитическим инструментом, позволяющим выявить таксоны, сохранение которых является наиболее актуальной задачей, определить географическое распределение культивируемых растений на территории России и решить ряд других научных и прикладных задач. «НПС» в Интернете содержит сведения более чем о 40000 таксонах, представленных более чем 100000 записями в коллекциях 82 БС. В том числе, в коллекциях 61 БС России представлено более 30000 таксонов, включая 12000 культиваров.

Основным теоретическим аспектом работы являлось создание концепции формирования информационного пространства, как совокупности информационных ресурсов, используемых в комплексе для решения задач по регистрации коллекций, их ревизии, изучению и обнародованию информации о коллекциях. Анализ структуры информационного пространства БС, позволил вычлениить его основные

компоненты. Изучены принципы формирования ИПС, направленных на увеличение эффективности и координацию работ по изучению и сохранению биологического разнообразия. Разработанные методы и технологии создания информационных систем по биологическому разнообразию могут быть положены в основу комплексной Информационной системы по биологическому разнообразию России.

Практическая значимость работы. Организация по экономическому сотрудничеству и развитию предлагает сформировать сети «биологических ресурсных центров» (БРЦ), рекомендует разработать систему их аккредитации, избирательно подходить к укреплению уже существующих *ex situ* коллекций и способствовать созданию коллекций новых видов ресурсов, облегчить международную координацию национальной сети БРЦ путем развития современных информационных технологий в данной области. Ботанические сады мира, культивирующие около 1/3 всех описанных в настоящее время видов, являются такими БРЦ. Для эффективного использования и предотвращения потерь генетических ресурсов сосудистых растений необходимо завершить инвентаризацию коллекций и обобщить полученную информацию в виде единой Национальной информационной системы ботанических коллекций России. Данная система должна включать современные поисковые и аналитические системы для реальных (и потенциальных) пользователей. Необходимо решить ряд организационных и методических вопросов направленных на повышение уровня профессиональной подготовки обслуживающего персонала коллекций.

Анализ накопленных данных по совокупной национальной коллекции генетических ресурсов сосудистых растений позволит выявить особенности и ценность отдельных коллекций. На основе полученных данных появится возможность координировать коллекционную политику. Такая координация необходима как для сохранения растений находящихся под угрозой исчезновения, так и с целью оптимального обогащения совокупной Национальной коллекции - генетического ресурса растений России и базы исследований для широкого диапазона научных дисциплин. Большая часть национальной коллекции сосудистых растений создана до вступления в действие Конвенции о биологическом разнообразии и, следовательно, владельцем таких коллекций *ex situ* является Россия. В связи с этим важнейшей задачей является фиксация прав Российской Федерации на использование «преконвенционных» образцов, определяемых датой

поступления образцов таксона в коллекции из зарубежных экспедиций, БС и других источников.

Привлечение внимание к ботаническим садам как источникам ценных генетических ресурсов, позволит обеспечить дополнительный приток средств для выполнения их основных функций по мобилизации и сохранению растений.

Помимо глобальных практических задач, работа направлена на решение потребностей БС и гербариев в унифицированной системе учета и анализа своих коллекционных фондов.

Личный вклад автора. Автором на основании сложившейся ситуации в БС России разработана стратегия решения проблем связанных с инвентаризацией генетических ресурсов сосудистых растений *ex situ*. Определены цели и задачи конкретных исследований и практических разработок, связанных с созданием необходимого программного обеспечения. Осуществлен анализ мирового опыта по направлению исследований. Разработка программного обеспечения и информационных систем, анализ, обобщение и интерпретация представленных в диссертации материалов выполнены под руководством и при непосредственном участии соискателя.

Организация исследований. Исследования проводились с 1994 года. Стратегия исследований разрабатывалась исходя из потребностей БС России в современных средствах учета коллекционных фондов и потребностей общества в широком обнародовании информации о существующих генетических ресурсах сосудистых растений *ex situ*. В процессе работы над диссертацией создано программное обеспечение для нужд БС: система регистрации коллекций растений «*Kalunco*» и ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств». Программа «*Kalunco*» широко распространена в России и на Украине. Созданные информационные ресурсы зарегистрированы в Государственном Регистре баз данных (БД) Министерства Российской Федерации по связи и информатизации под номерами 0229905526 («ИПС») и 0229804173 («*Kalunco*»). Все разработки свободно доступны через Интернет (http://hortulanus.narod.ru/bgr/bgr_r.htm; <http://garden.karelia.ru>; <http://hortus.karelia.ru/com/soft.htm>). Создана

система получения информации о коллекциях от БС России и ряда БС сопредельных государств, как с помощью информационных технологий, так и путем анкетирования. Полученные данные включены в единую БД. не только предоставляющую широкий доступ к данной информации, но и позволяющую осуществить широкий спектр исследований, в

частности, с целью координации деятельности БС по мобилизации и сохранению генетических ресурсов растений.

Исследования по данной теме поддержаны грантами Института «Открытое общество», Российского Фонда Фундаментальных Исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Министерства науки и образования Российской Федерации, программы «Университеты России». Организационную поддержку оказывал СБСР. Автор является председателем Комиссии по применению новых информационных технологий СБСР, созданной в 1998 году.

Положения, выносимые на защиту. Разработаны и внедрены методологические и технологические решения, позволяющие оценить эффективность мобилизации и сохранения биологического разнообразия сосудистых растений в коллекционных фондах БС России и осуществлять координацию данной деятельности через СБСР.

Разработана и внедрена локальная система регистрации ботанических коллекций «Калипсо», поддерживающая международные стандарты обмена данными и позволяющая обеспечить инвентаризацию генетических ресурсов и создание автоматизированных банков паспортных и оценочных данных коллекционных фондов БС России.

Создана актуализируемая информационно-аналитическая система «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» - максимально наполненный источник информации по коллекциям БС России, обеспечивающий общедоступность сведений о генетических ресурсах и являющийся инструментом изучения процессов интродукции растений в России и на постсоветском пространстве.

Эффективность предложенных подходов и методов подтверждают осуществленные исследования таксономического разнообразия коллекционных фондов БС России по отношению к мировой флоре; влияния ключевых климатических факторов на пространственное распределение генетических ресурсов сосудистых растений; эффективности сохранения видов растений, находящихся под угрозой исчезновения.

Создана концепция системы информационного обеспечения работ по изучению и сохранению генетических ресурсов растений в БС базирующаяся на сопряженном развитии и широком использовании локальных систем регистрации и интегрированных информационно-поисковых систем, поддерживаемых таксономическими информационными ресурсами, базами таксономически информативных изображений и геоинформационными системами.

Апробация диссертации. Материалы диссертации были доложены устно или представлены в виде стендовых докладов на Всесоюзном совещании «Компьютерные БД в ботанических исследованиях» (Санкт-Петербург, РФ, 1995 и 1997 гг.); 2-м международном симпозиуме «Старинные парки и проблемы их сохранения» (Умань, Украина, 1996); 1-м международном семинаре по компьютеризации коллекций ботанических садов (Петрозаводск, РФ, 1997); 2-м международном семинаре по компьютеризации коллекций ботанических садов (Киев, Украина, 1997); международной конференции «Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации» (Москва, РФ, 1998); 5-м международном конгрессе ботанических садов по охране растений (Кейптаун, ЮАР, 1998); совещании по проблемам интродукции хвойных растений в России (Сочи, РФ, 1999); международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН П.И.Лапина «Проблемы дендрологии на рубеже XXI века» (Москва, РФ, 1999); международной научно-методической конференции "Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции и инновации" (Петрозаводск, РФ, 2000); международной конференции, посвященной 160-летию со дня основания ботанического сада им. академика А.В.Фомина, (Киев, Украина, 1999); международном семинаре «Ботанические сады и сохранение биологического разнообразия. Обмен опытом» (Тбилиси, Батуми, Грузия, 1999); конференции «Проблемы цветоводства и декоративного садоводства» (Никита, Украина, 2000); конференции «Перспективы информационных систем в ботанических садах и арборетумах» (Кошице, Словакия, 2000); совещании «Проблемы создания ботанических БД» (Новосибирск, РФ, 2000); семинаре «Компьютерные методы регистрации ботанических коллекций» (Петрозаводск, РФ, 2001); 2-м и 3-м международных симпозиумах «Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике» (Санкт-Петербург, РФ, 2001, 2003); российско-американском семинаре ботанических садов (Денвер, США, 2001); конференции «Стратегия ботанических садов России в начале третьего тысячелетия» (Петрозаводск, РФ, 2001); 3-ей международной конференции по сохранению ботанических коллекций (Пекин, КНР, 2001), на международной научной конференции «Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира» в Минске (Беларусь, 2002); на всероссийских научных конференциях «Научный сервис в сети Интернет» (Новороссийск, 2002, 2003); на научной конференции «Карелия и РФФИ»; на международной конференции «Роль

ботанических садов в сохранении биоразнообразия растений» (Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, Москва, 2002); на выездной сессии Совета ботанических садов Урала и Поволжья и бюро Совета ботанических садов России (Уфа, 2002); на первой всероссийской конференции «Ботанические сады России в системе экологического образования» (Ботанический сад МГУ, Москва, 2003); на международной конференции ботанических садов восточной и центральной Европы «Стратегия ботанических садов в измененных экономических условиях» (Тарту, Эстония, 2003), а также на специальных научных семинарах ряда ботанических садов России и Украины, где были прочитаны лекции на тему «Единая ИПС и локальные БД ботанических садов». О ходе выполнения данной работы было доложено на XVIII Пленуме Головного научного совета «Биологические науки и технологии» состоявшегося в Гаграх 22-26 сентября 2003 года.

Научные публикации. По тематике диссертации опубликовано 44 работы, в т.ч. 5 статей в журналах, рекомендуемых ВАК, 9 статей в зарубежных изданиях. Создано 4 электронных ресурса. Общее число публикаций - 79.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 336 страницах (в том числе приложения - 40 страниц) и состоит из введения, общей характеристики работы, шести глав и выводов, списка литературы, который включает 391 наименование, в том числе 111 публикаций на иностранных языках и 143 ссылки на электронные ресурсы. Текст иллюстрирован 30 таблицами, 43 рисунками и диаграммами.

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОБИЛИЗАЦИИ И СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ

Два аспекта деятельности БС, имеют ключевое значение для общества, заинтересованного в сохранении биоразнообразия: их участие в традиционной интродукции растений, или, в более широком смысле - мобилизации генетических ресурсов; и их работа по сохранению биоразнообразия *ex situ*.

Международное регулирование деятельности ботанических садов по сохранению биологического разнообразия. Участие каждого БС в данной деятельности по мобилизации генетических ресурсов и по сохранению биоразнообразия *ex situ* определяется влиянием

международной и региональной политики в области охраны окружающей среды, взаимной координацией деятельности в рамках глобальной и региональных сетей БС, природными условиями конкретного БС. Анализ подходов, продекларированных в КБР и других международных документах, а также в документах BGCI, показывает необходимость применения ИТ как для регистрации ботанических коллекций, так и для обеспечения широкого доступа к информации о коллекциях.

Формирование глобальной сети ботанических садов и их роль в сохранении и мобилизации генетических ресурсов растений. Анализ ситуации с оценкой эффективности мобилизации генетических ресурсов растений БС мира показывает отсутствие международных и региональных систем мониторинга коллекционных фондов БС. Из 454 семейств около 380 (85%) культивируются по всему миру, число родов составляет около 40%, что соответствует 80000 видов (Lobin et al., 2001). В России, по нашим данным (Таблица 1), представлена лишь незначительная часть биологического разнообразия культивируемых видов. Существует только один объективный способ решения проблем оценки полноты коллекционных фондов БС - инвентаризация коллекций с помощью локальных средств регистрации и создание обобщающих информационных ресурсов - ИПС, создаваемых при поддержке ассоциаций БС стран и регионов мира, тем более, что каждая страна заинтересована в точном учете генетических ресурсов, которыми она располагает. Для успешной интродукционной работы в России должна функционировать сеть БС локализованных в различных климатических условиях.

Таблица 1. Представленное в БС разнообразие растений на различных таксономических уровнях.

Таксономический ранг	Описано	Культивируется в мире (Barthlott et al., 2000)	Культивируется в России (по "ИПС")
Семейство	454	380 (~85%)	355 (~78%)
Род	13700	5000 (~40%)	3200 (~23%)
Вид	270000	80000 (~30%)	17000 (~6%)

Экологические факторы в сохранении и мобилизации растений ботаническими садами. Ключевым фактором, определяющим возможности БС по мобилизации генетических ресурсов, является комплекс экологических факторов, действующих в районе локализации

БС. Сложно выделить даже небольшую группу лимитирующих факторов из общей совокупности почвенно-климатических факторов, факторов антропогенного воздействия и иных факторов биогенного и абиогенного влияния, которые могут наиболее активно влиять на процесс интродукции растений. Это является достаточно весомой причиной для формирования традиционного для отечественной ботаники подхода, основанного на геоботаническом районировании (Комаров, 1992; Геоботаническое районирование СССР, 1947; Шумилова, 1962), применяемом при изучении флористического разнообразия регионов вплоть до настоящего времени (Коропачинский, Встовская, 2002). Некоторые современные исследования (Krusmann, 1995; Фирсов, 2003) и подходы к формированию коллекционной политики (Snyder, 1991) базируются на конкретных лимитирующих факторах, таких как зоны температурной устойчивости (ТЗ), сопряженные с изотермами средних минимальных зимних температур за долгосрочный период. Данный подход представляется более универсальным для использования при оценке возможности интродукции растений в данный регион. ТЗ на представленной карте (рис.2) выделены согласно (Render, 1949) и картам зон температурной устойчивости растений, представленным на сайте департамента сельского хозяйства США.

ГЛАВА II. СТРАТЕГИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ СОХРАНЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Устойчивое использование биоразнообразия предполагает возможность идентификации и локализации составляющих организмов, то есть корректной таксономической и биогеографической информации для крупных регионов и планеты в целом. В настоящее время формируется система глобальных информационных ресурсов в сети Интернет. Ключевой особенностью данного типа ресурсов являются не только их общедоступность и актуализация, но и возможность обработки информации с помощью программных средств. С точки зрения интересов мобилизации и сохранения генетических ресурсов растений всю совокупность таких ресурсов можно разделить на две группы.

Глобальные и региональные информационные проекты по биологическому разнообразию позволяют определить наиболее актуальные задачи по сохранению биоразнообразия и мобилизации генетических ресурсов растений в соответствии с международной и региональной политикой в области сохранения биоразнообразия.

Анализируется формирующаяся международная (GTI, GBIF, Bionet International, Species 2000, BioCISE, ENHSIN и др.) и российская (Информационная система «Биоразнообразие России», «ZOOINT», «Биоразнообразие животного и растительного мира Сибири») системы информационных проектов по изучению биоразнообразия.

Сетевые номенклатурные и таксономические ресурсы, БД по отдельным семействам и редким видам растений, базы таксономически информативных изображений и геоинформационные системы создают необходимую исследователю информационную среду. Ключевое значение этой среды состоит в возможности определения коллекционных образцов, в оказании номенклатурной и таксономической поддержки, в предоставлении информации по экологическим характеристикам ареала и биологии изучаемого таксона. Рассмотрено более 50 электронных ресурсов.

ГЛАВА III.

ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ КОЛЛЕКЦИЙ

Базовым компонентом для управления коллекциями растений являются системы регистрации, позволяющие решать внутренние задачи БС, гербариев, отдельных групп исследователей и ученых по сохранению сведений о растениях, мониторингу коллекций, анализу данных. Использование стандартных систем регистрации коллекционных фондов БС позволяет решить проблему обмена информацией между БС и обеспечить сохранность информации о коллекционных образцах. Развитие систем регистрации коллекционных фондов БС и гербариев определяется существующими международными стандартами (Taxonomic Database Working Group: <http://www.tdwg.org/index.html>), такими как Международный формат передачи записей - ITF (The International Transfer Format, 1987), кодексами ботанической номенклатуры, а также прогрессом в области развития СУБД.

Для регистрации коллекций БС могут применяться системы регистрации коллекций музеев и гербариев, системы созданные для изучения флористического разнообразия и специализированные программные средства. Сравнительный анализ 20 программных средств обеспечения инвентаризации растений (<http://www.bgbm.fu-berlin.de/TDWG/acc/Software.htm>) позволяет выделить приоритетные системы регистрации коллекций БС, поддерживающие ITF формат и удовлетворяющие требованиям кураторов ботанических коллекций живых растений — «BG-BASE», «BG-recorder» и «Kalonco».

Одной из основных практических целей данной работы являлась разработка и внедрение локальной системы регистрации коллекций «*Kalunco*» для обеспечения задач сохранения и учета коллекционных фондов БС России. Подробно рассматривается структура программы и ее возможности, методика использования.

ГЛАВА IV.

ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ ПО КОЛЛЕКЦИОННЫМ ФОНДАМ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Третьим важнейшим компонентом информационного пространства БС стали ИПС, предоставляющие информацию о коллекционных фондах БС. Причиной возникновения таких систем явилась потребность в создании универсальных источников информации по коллекциям БС, позволяющих получать по Интернету сведения о локализации каждого таксона.

Выявлено две основные тенденции в развитии ИПС: информационные ресурсы крупных БС (Миссурийский ботанический сад - MBG, Королевские ботанические сады Кью - RBGK) развиваются в сторону интегрального представления информации в пределах данного института; а интегральные ИПС по коллекциям совокупности БС концентрируются на предоставлении однотипной информации по большому числу институтов {«ИПС», «*Multisite*», «*SysTax*»). ИПС являются развивающимся информационным ресурсом. Если для крупных БС характерно возникновение отдельных БД, объединяемых со временем либо специально создаваемой ИПС («*W3-Tropicos*»), либо универсальной системой («*BG-Base*», «*BRAHMS*»), то интегральные ИПС преимущественно увеличивают число охватываемых коллекций, обычно без изменения внутренней структуры БД.

Аналитические возможности локальных ИПС определяются интересами конкретного пользователя и обычно не выходят за пределы возможностей тех исходных БД, которые были использованы в качестве первоосновы (RBGK, MBG). Интегральные ИПС, пока только на примере ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» и проектов «*Fishbase*» и «*Species 2000*», демонстрируют развитие универсальных аналитических механизмов, позволяющих использовать их научным сообществом для координации деятельности, например, по сохранению биоразнообразия и мобилизации генетических ресурсов. Последняя характеристика позволяет интегральным ИПС занять приоритетное положение в качестве средства обобщения информации по биологическому разнообразию, необходимому для

формирования продуманной международной и государственной политики в данной области. В частности, в ходе развития «ИПС» создан ГИС-интерфейс, позволяющий осуществлять выборку БС по температурным зонам устойчивости растений (ТЗ) (Render, 1949), регионам России, странам СНГ, и другим географическим делениям. Такой подход позволяет предварительно осуществить отбор группы БС, а затем осуществлять поиск растений в указанном диапазоне (<http://garden.karelia.ru/gis/gis.shtml>). Для анализа распределения растений по различным критериям создан сканер данных, производящий серию однотипных запросов к поисковой системе и объединяющий результаты в одну таблицу. Подробно рассматривается структура, формирование, администрирование и использование «ИПС».

ГЛАВА V. ИЗУЧЕНИЕ МОБИЛИЗАЦИИ И СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ РОССИИ

Совокупность информационных ресурсов рассмотренных в предыдущих главах может быть эффективно использована для координации деятельности БС и для научных исследований в области мобилизации и сохранения генетических ресурсов растений.

Сравнительный анализ таксономического разнообразия коллекций ботанических садов. Совокупная коллекция БС Российской Федерации по данным «ИПС» включает ~30000 таксонов сосудистых растений в т.ч. ~12000 культиваров (сортов). С точки зрения специалистов в области биологических дисциплин и экологии значение имеет разница между данными цифрами, отражающая наличие в коллекциях БС Российской Федерации около 18000 уникальных видов и разновидностей. В целом коллекция сосудистых растений представлена 9 отделами и 15 классами. Все классы представлены в коллекциях оранжерей.

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 (Takhtajan, 1997; Hoogland, Reveal, 1993). На рис.1, представлены суммарные данные по коллекциям БС России для *Liliopsida*. Выявлено наличие значительных таксономических лакун. 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.

Таблица 2. Число ботанических садов и других интродукционных пунктов России (БС) в определенных температурных зонах (ТЗ) и характеристики температурных зон устойчивости растений принятые Департаментом сельского хозяйства США (USDA) (<http://www.plantideas.com/zone/>).

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

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. 2) и данные на таб. 2 демонстрируют неравномерность распределения БС России по ТЗ.

Различия в таксономическом разнообразии коллекций БС в различных ТЗ незначительны на уровне классов и, в основном, связаны с недостатком информации по некоторым отделам (*Equisetophyta*, *Lycopodiophyta*, *Polypodiophyta*). Увеличение числа классов в ТЗ 3 связано как с предоставлением информации по вышеуказанным отделам, так и с появлением в коллекциях представителей *Ginkgophyta* и *Gnetophyta*. Обобщенная информация о таксономическом разнообразии коллекций на уровне классов приведена ниже (Таблица 3).

Таблица 3. Число порядков в коллекциях БС России – в целом (ВСЕ), в открытом грунте (ОГ), в оранжереях (ЗГ), в открытом грунте ТЗ 1-7,9 для классов сосудистых растений представленных в коллекциях России.

Класс	ВСЕ	ОГ	ЗГ	ТЗ								
				1	2	3	4	5	6	7	9	
<i>Cycadopsida</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Equisetopsida</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
<i>Ginkgoopsida</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ephedropsida</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gnetopsida</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Welwitschopsida</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isoetopsida</i>	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lycopodiopsida</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Liliopsida</i>	42	27	36	5	7	21	11	22	10	5	15	
<i>Magnoliopsida</i>	135	108	119	42	53	72	73	85	54	71	83	
<i>Pinopsida</i>	7	7	6	1	2	3	3	3	3	5	7	
<i>Marattopsida</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ophioglossopsida</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	
<i>Polypodiopsida</i>	8	5	8	0	1	3	0	5	0	0	4	
<i>Psilotopsida</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

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 -29С -40С на таксономическое разнообразие на уровне высших таксономических рангов.

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. *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) видно, что объем коллекций открытого грунта, увеличивается в интервале от ТЗ 3 до ТЗ 9. Из данной диаграммы 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 высоких таксономических рангов.

В коллекциях БС представлены практически все крупные семейства *Klagnoliophyta*, включающие не менее 50 родов (с учетом синонимов). В таблице 4 сведены данные по крупным семействам, представленным более чем 15 % родов.

Если полнота коллекций закрытого грунта определяется коллекциями оранжерей ГБС РАН и БС БИН РАН, то в формировании коллекций открытого грунта участвуют многие БС. По крупнейшим коллекциям можно определить: приоритетное направление коллекционной политики - БС НПО "ВНИИ лекарственных и ароматических растений" (Москва) культивирует максимальное количество представителей семейств *Chenopodiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Malvaceae*, *Fabaceae*, *Arocunaceae*, *Solanaceae*, *Convolvulaceae*; наличие специалистов по конкретной таксономической группе - семейство *Apiaceae* в открытом грунте широко представлено в БС МГУ; оптимальные условия для создания специальных коллекций - *Orchidaceae* в БС УРО РАН (Екатеринбург), деревья, кустарники и другие крупномерные жизненные формы семейств *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae*, *Rhamnaceae*, *Rubiaceae*, *Verbenaceae*, *Arecaceae* - в Субтропическом БС Кубани (Сочи).

Оценка эффективности совокупности деятельности БС по мобилизации генетических ресурсов растений позволяет выявить перспективы создания крупных БС в ТЗ 6-9. Прослеживается тенденция увеличения таксономического разнообразия в интервале ТЗ 1-5. В дальнейшем, в связи с уменьшением числа БС, количество представленных родов

Magnoliophyta уменьшается, но тенденция роста таксономического разнообразия сохраняется.

Таблица 4. Наиболее представленные коллекции семейств *Magnoliophyta* – в целом (ВСЕ) относительно числа родов по (Takhtajan, 1999), в открытом грунте (ОГ), в оранжереях (ЗГ), в открытом грунте ТЗ 1-7, 9.

Семейство	ВСЕ	ОГ	ЗГ	ТЗ 1	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 9
<i>Cactaceae</i>	93%	1	94						1	1	1
<i>Bromeliaceae</i>	75%	1	38								1
<i>Araceae</i>	64%	6	63			2	1	6	1		1
<i>Rosaceae</i>	62%	62	25	24	20	38	45	54	34	35	35
<i>Ranunculaceae</i>	54%	26	2	15	11	21	20	25	9	1	1
<i>Amaryllidaceae</i>	40%	7	23	1	2	3	4	5	4	2	4
<i>Iridaceae</i>	34%	15	18	2	5	10	5	10	5	4	2
<i>Caryophyllaceae</i>	30%	28		8	8	20	14	18	5	7	1
<i>Arecaceae</i>	30%	10	61								10
<i>Aizoaceae</i>	30%	5	34		2	2	1	1			
<i>Solanaceae</i>	29%	21	15	4	5	11	7	11	2	7	7
<i>Ericaceae</i>	28%	28	17	2	2	13	15	19		3	10
<i>Anacardiaceae</i>	26%	7	15			2	3	2	2	4	6
<i>Myrtaceae</i>	26%	11	31				1			2	11
<i>Bignoniaceae</i>	26%	5	27		1	2	2	4	2	2	3
<i>Lamiaceae</i>	26%	50	13	8	8	26	29	40	18	11	9
<i>Proteaceae</i>	25%	3	17								3
<i>Meliaceae</i>	24%	2	12								2
<i>Rhamnaceae</i>	24%	8	10		1	3	3	3	4	2	8
<i>Boraginaceae</i>	23%	26	8	2	6	11	11	20		10	3
<i>Gesneriaceae</i>	21%	2	27					2			
<i>Verbenaceae</i>	20%	8	14	1	1	2	2	1	1	2	8
<i>Rutaceae</i>	19%	13	24	1	1	4	6	7	6	8	8
<i>Campanulaceae</i>	18%	11	5	2	2	6	6	10	2	1	
<i>Orchidaceae</i>	18%	22	221			17		11			1
<i>Fabaceae</i>	17%	67	71	12	11	33	40	46	24	23	37
<i>Malvaceae</i>	17%	11	13	2	3	6	4	8	2	4	2
<i>Apiaceae</i>	16%	70	4	3	1	17	25	66		3	3
<i>Acanthaceae</i>	16%	1	38					1			1

Данные, которыми мы располагаем в настоящее время, не позволяют точно предсказать число родов доступное для культивирования в ТЗ 6-9.

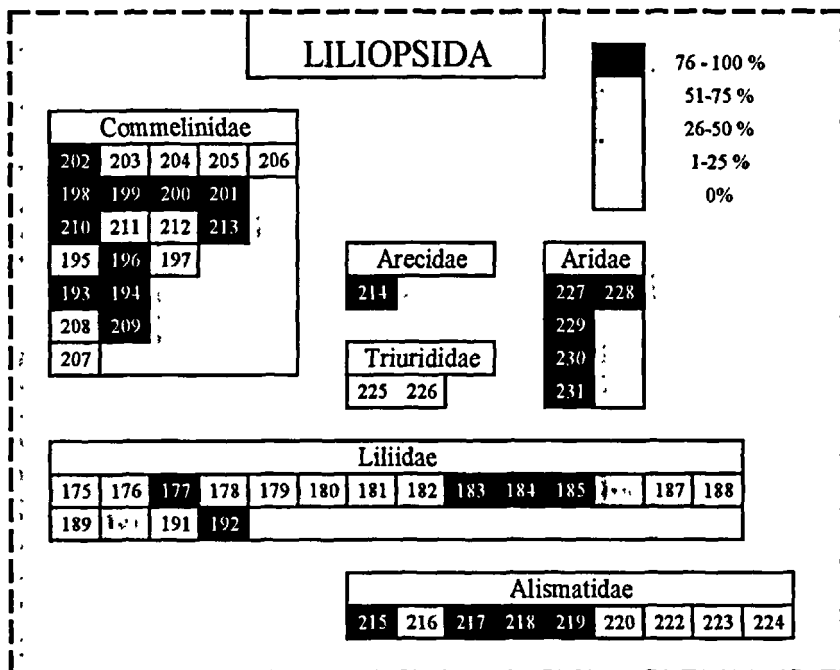


Рис. 1. Таксономическое разнообразие *Liliopsida* в коллекциях БС России. Нумерация порядков: 175 – *Melanthiales*; 176 – *Colchicales*; 177 – *Trilliales*; 178 – *Liliales*; 179 – *Alstroemeriales*; 180 – *Iridales*; 181 – *Tecophilaeales*; 182 – *Burmanniiales*; 183 – *Hypoxidales*; 184 – *Orchidales*; 185 – *Amaryllidales*; 186 – *Asparagales*; 187 – *Xanthorrhoeales*; 188 – *Hanguanales*; 189 – *Stemonales*; 190 – *Smilacales*; 191 – *Dioscoreales*; 192 – *Taccales*; 193 – *Bromeliales*; 194 – *Yelloziales*; 195 – *Philydrales*; 196 – *Pontederiales*; 197 – *Haemodorales*; 198 – *Musales*; 199 – *Lowiales*; 200 – *Zingiberales*; 201 – *Cannales*; 202 – *Commelinales*; 203 – *Mayacales*; 204 – *Xyridales*; 205 – *Rapateales*; 206 – *Eriocaulales*; 207 – *Hydatellales*; 208 – *Juncuales*; 209 – *Cyperales*; 210 – *Flagellariales*; 211 – *Restionales*; 212 – *Centrolepidales*; 213 – *Poales*; 214 – *Arecales*; 215 – *Butomales*; 216 – *Hydrocharitales*; 217 – *Najadales*; 218 – *Alismatales*; 219 – *Aponogetonales*; 220 – *Juncaginales*; 221 – *Potamogetonales*; 222 – *Posidoniales*; 223 – *Cymodoceales*; 224 – *Zosteriales*; 225 – *Petrosaviales*; 226 – *Triuridales*; 227 – *Arales*; 228 – *Acorales*; 229 – *Cyclanthales*; 230 – *Pandanales*; 231 – *Typhales*

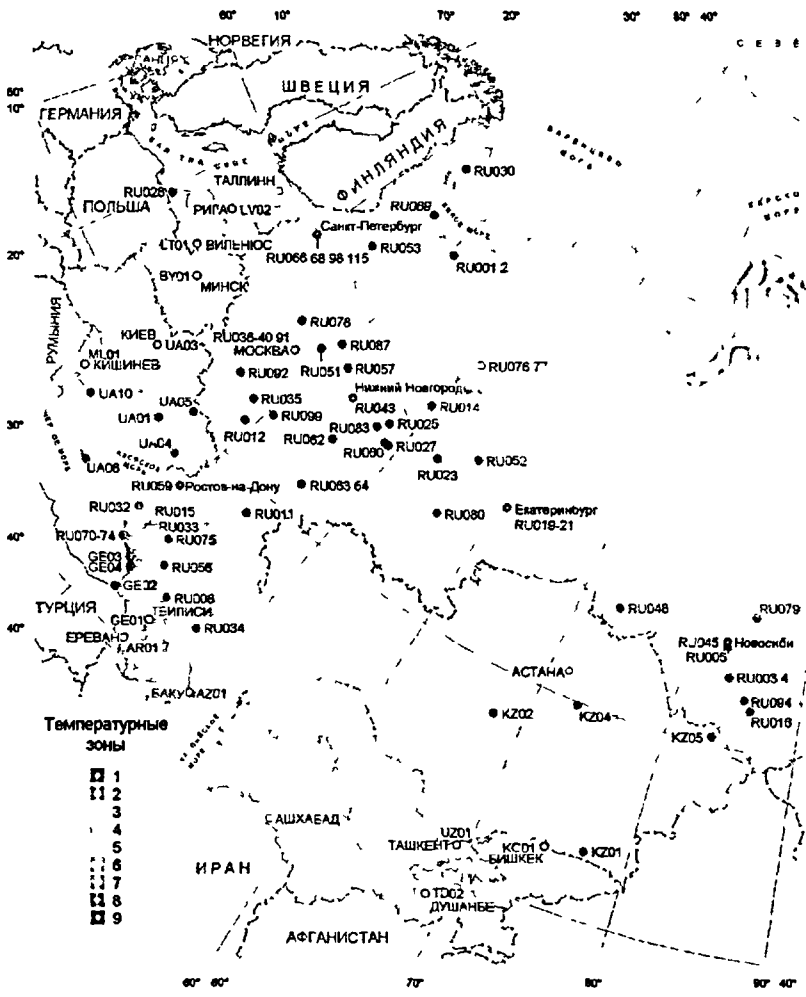
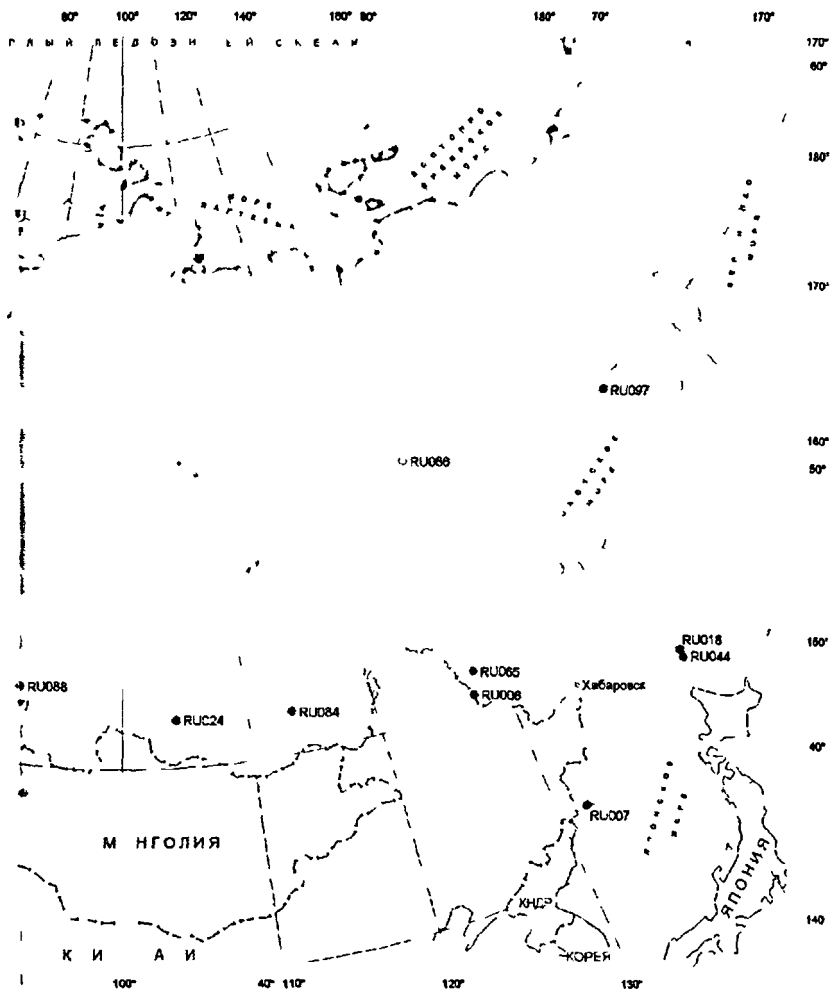


Рис. 2. Распределение БС России и сопредельных госу
 Коды БС см. http://media.karelia.ru/~gardens/look/bg_all.htm. У



рств по температурным зонам устойчивости растений
 БС, предоставившие сведения о своих коллекциях в «ИПС»



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

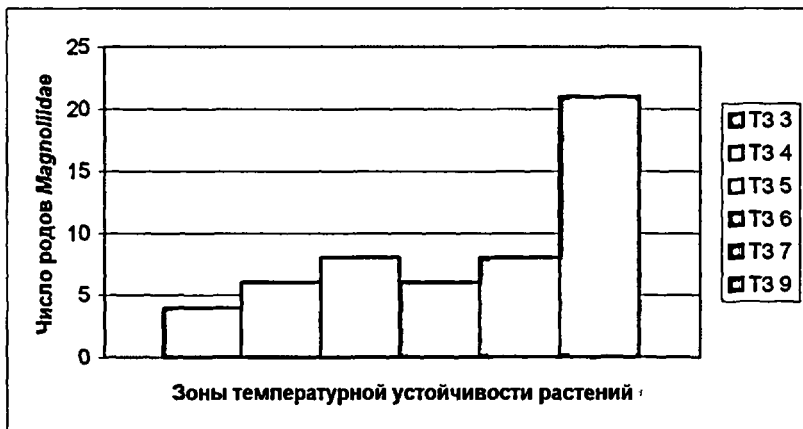


Рис.4. Таксономическое разнообразие *Magnoliidae* в открытом грунте БС России.

Предварительная оценка может быть сделана из предположения линейного роста числа таксонов, в этом случае в ТЗ 7 - 9 крупные ботанические коллекции могут включать 1400 - 1800 родов *Magnoliophyta* в открытом грунте. Таксономическое разнообразие в открытом грунте будет примерно совпадать с таксономическим разнообразием оранжерей.

Анализ коллекций отдельных семейств и родов. 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.

Анализ итогов интродукции *Cupressaceae* (Таблица 5) показал отсутствие 5 родов: *Diselma* Hook.f.; *Fitz-roya* Hook.f. ex Lindl.; *Fokienia* A.Henry & H.H.Thomas; *Neocallitropsis* Florin; *Pilgerodendron* Florin - в коллекциях БС России. Только в закрытом грунте в коллекциях оранжерей БС БИН РАН представлено два рода: *Austrocedrus* Florin & Boutelje, *Actinostrobus* Miq. Исключительно в открытом грунте представлены *x Cupressocyparis* Dallim. и *Libocedrus* Endl. Наибольшее количество родов данного семейства представлено 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. Первые представители рода *Juniperus* L. появляются в открытом грунте в ТЗ 2 и в дальнейшем количество таксонов, представляющих большую часть родов возрастает к югу. Северным пределом для представителей родов *Thujopsis* Siebold & Zucc. ex Endl., *Platyclusus* Spach, *Thuja* L., *Microbiota* Kom., *Chamaecyparis* Spach является ТЗ 3; для *Libocedrus* Endl.; *Callitris* Vent. - ТЗ 5; для *Cupressus* L. - ТЗ 7; для *Calocedrus* Kurz; *x Cupressocyparis* Dallim.; *Arceuthos* Antoine & Kotschy; *Tetraclinis* Mast.; *Widdringtonia* Endl. - ТЗ 9.

Род *Thuja* L., включающий значительное количество садовых форм, представляет интерес для ландшафтной архитектуры и садоводства и,

следовательно, демонстрирует значительные усилия со стороны БС к культивированию в открытом грунте.

Таблица 5. Число таксонов *Cupressaceae* в БС России – в целом (ВСЕ), в открытом грунте (ОГ), в оранжереях (ЗГ), в открытом грунте ТЗ 1-7,9.

РОД	ВСЕ	О Г	З Г	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

Анализ показывает, что в диапазоне ТЗ 3 - ТЗ 9 коллекции не значительно отличаются количественно. Полученная информация является необходимой основой для осуществления сравнительного анализа морфологической изменчивости сортов туи в различных климатических условиях. Широкое применение туи в озеленении позволяло предположить идентичность всех крупных мировых коллекций, что было подтверждено после анализа зарубежных коллекций с помощью ИПС «Multisite». Только отдельные, неизвестные в России, сорта были найдены в БС Великобритании.

Анализ *Magnoliaceae* является продолжением анализа *Magnoliidae* в целом (Таблица 6). В коллекциях БС представлено 59 таксонов данного семейства, в открытом грунте - 45, при этом 46 из них в коллекциях садов ТЗ 9.

Таблица 6. *Magnoliaceae* Juss. в БС России – в целом (ВСЕ), в открытом грунте (ОГ), в оранжереях (ЗГ), в открытом грунте ТЗ 1-7,9.

РОД	ВСЕ	О Г	З Г	ТЗ 2	ТЗ 3	ТЗ 4	ТЗ 5	ТЗ 6	ТЗ 7	ТЗ 9
<i>Elmerrillia</i> Dandy										
<i>Kmeria</i> (Pierre) Dandy										
<i>Liriodendron</i> L.	4	4	2			1	1	1	2	4
<i>Magnolia</i> L.	46	40	15		1	1	7	3	8	39
<i>Manglietia</i> Blume	1		1							
<i>Michelia</i> L.	7	3	6							3
<i>Pachylarnax</i> Dandy										
<i>Talauma</i> Juss.	1		1							

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). Остаётся 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.

Таблица 7. *Salicaceae* Mirb. в БС России – в открытом грунте (ОГ), в ТЗ 1-7, 9.

РОД	ОГ	ТЗ1	ТЗ2	ТЗ3	ТЗ4	ТЗ5	ТЗ6	ТЗ7	ТЗ9
<i>Chosema Nakai</i>	1	1		1	1	1			
<i>Populus L.</i>	54	5	4	31	32	30	17	16	14
<i>Salix L.</i>	211	8	8	158	101	73	21	21	7

В коллекциях БС все 266 таксонов *Salicaceae* Mirb. представлены в открытом грунте (Таблица 7), оптимальные условия для представителей данного семейства наблюдаются в ТЗ 3-4 где выявлено более 140 таксонов. Коллекция рода *Salix L.* максимальна 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).

В отечественных коллекциях БС представлено 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. СМ. Кирова. Род *Betula L.* в коллекциях БС России в целом представлен 92 таксонами, исключительно в коллекциях открытого грунта. Таблица 8 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.

Анализ коллекций показывает наличие ряда таксонов, занесенных в различные списки видов, находящихся под угрозой уничтожения. Из 10 видов, имеющих категорию редкости согласно IUCN (Walter, Gillett, 1997) в коллекциях БС России отсутствует 7.

Таблица 8. 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 <i>Betula burmanii</i> Cham.
Федеральное государственное унитарное предприятие - лесостепная опытно-селекционная станция	58	<i>Betula pubescens</i> var. <i>carpatica</i> (Waldst. et Kit.) Koch <i>Betula resiniczenkoana</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

В Красную книгу СССР были включены *B. medwedewii* Regel и *B. megrelica* Sogn. Первый из этих кавказских видов отсутствует в российских коллекциях, второй представлен только в трех БС. В то же время, редкие виды флоры России представлены образцами в достаточно большом числе коллекций. *B. schmidtii* Regel культивируется в БС в ТЗ 3 - 6, *B. raddeana* Trautv. и *B. maximowicziana* Regel - в ТЗ 3 - 9, что

позволяет считать эффективной работу по сохранению генетических ресурсов данных редких видов *ex situ*. Для данного рода в БС применяются преимущественно методы семенного размножения, что вкпе с широким диапазоном экологических условий культивирования создает необходимые условия для сохранения генофонда данных видов.

Выявление видов, нуждающихся в защитных мероприятиях *ex situ*. В БС России собраны значительные коллекции редких и исчезающих растений. В начале 80-х годов в БС бывшего СССР выращивалось 1117 нуждающихся в охране видов растений, которые были представлены пятью тысячами образцов 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 года. 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 представлено 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* С.А.Мей (E); *Amphoricarpos elegans* Albov (V); *Brachanthemum baranovii* (Krasch. & P. Poljakov) Krasch. (V); *Engeron 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 данным, из 81 таксонов флоры России, найденных в приложениях к CITES, в БС России культивируется 39. Следует

отметить, что в данные списки включены таксоны, на которые существует определенный коммерческий спрос, т.е. наиболее подверженные риску уничтожения *in situ*.

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 представлено 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 в последствии, и создание искусственных растительных сообществ, оптимальных для данного вида позволяют закрыть пробелы в коллекциях 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 лагун в коллекциях редких видов *ex situ*; для координации деятельности БС по сохранению биоразнообразия с учетом действующих экологических факторов.

ГЛАВА VI. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИОННОГО И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ И СОХРАНЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ РОССИИ

В заключении данной работы, рассматриваются возможности применения анализа коллекционных фондов БС России (глава V) сопряженного с развитием ИПС по коллекционным фондам (глава IV), локальных средств регистрации коллекций (глава III), и сетевых ботанических информационных ресурсов (глава II) для разработки системы организационного и информационно-методического обеспечения изучения и сохранения биологического разнообразия в БС России. Данная система учитывает интересы международного сообщества и России, роль мировой системы БС в сохранении биооразнообразия и основывается на сформированной сети БС России, локализованных в различных климатических условиях (глава I).

Организационные, методологические и информационные проблемы предоставления информации о коллекциях растений. Национальная коллекция сосудистых растений сосредоточена более, чем в 125 генетических ресурсных центров, в число которых входят БС, коллекции специализированных сельскохозяйственных институтов, ВНИИР и его опытных станций. Сведения об этих коллекциях находятся в локальных базах данных владельцев коллекций, в ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств», в ИПС ВНИИР, ИПС по спискам семян БС России и сопредельных государств Московского отделения BGCI. Коллекциями живых растений обладают организации различной ведомственной принадлежности (Академия наук, Министерство науки и образования, Министерство сельского хозяйства, Министерство природных ресурсов и др.). Для адекватной оценки

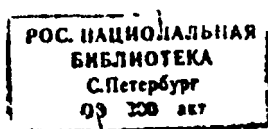
национальной коллекции генетических ресурсов сосудистых растений *ex situ* необходимо осуществить актуализацию информации по всей совокупности коллекций и анализ накопленных данных. Такой анализ позволяет выявить особенности и ценность отдельных коллекций.

Основной проблема предоставления доступа к информации о коллекциях определяется тем, что ИПС, содержащие описание образца, сами становятся вторичным источником данных, откуда информация, минуя собственника коллекции, может быть повторно передана. Неопределенность правовых границ в данном вопросе может стать причиной сдерживания и ограничения доступа к такой информации (Owens, Prior, 2001). Для «ИПС» и подобных поисковых систем вполне достаточно предоставить корректное ботаническое наименование образца, тип коллекции (для живых образцов — условия культивирования или хранения), например: открытый грунт, оранжерея, гербарий, банк семян, культура *in vitro* и место его культивирования, т.е. обобщенную информацию обо всех образцах в данной коллекции.

Опыт инвентаризации ботанических коллекций выявил значительное число организационных проблем документирования. Ряд учреждений вообще не используют компьютерное документирование, некоторые организации не проявляют необходимой ответственности в данном вопросе. Общей проблемой является отсутствие специализированных служб регистрации коллекций.

Потребности БС в компьютерных технологиях можно разделить на три группы. Научно-исследовательские, образовательные и прикладные задачи каждого БС достаточно индивидуальны и необходимое программное обеспечение обычно разрабатывается и применяется исключительно в пределах одного института (одного научного направления). За редким исключением данные информационные ресурсы не выходят за пределы БС. Геоинформационные системы, электронные определители, виртуальные гербарии и базы изображений, флористические БД, ИПС по коллекционным фондам формируют другую группу информационных ресурсов - информационную среду БС. Третья группа - локальные системы регистрации коллекций, необходимые для всех коллекций и требующие применения определенных стандартов, обеспечивают проведение инвентаризации коллекционных фондов и предоставление доступа к информации о генетических ресурсах.

Отсутствие адекватного информационного обеспечения инвентаризации приводит к возникновению проблемы точности и идентичности наименования растений - основы единства



информационного пространства БС. По мере актуализации данных «ИПС» были выявлены проблемы идентификации растений в коллекциях и отсутствие единой номенклатуры ботанических названий даже в пределах одного БС. Для «ИПС» была разработана система осуществляющая отнесение родов к семействам и отнесение семейств к высшим таксонам (Тахтаджян, 1986; Takhtajan, 1997), что позволяет автоматически реструктуризировать авторскую систематику в формат «ИПС».

Пути решения проблем инвентаризации и предоставления доступа к информации о коллекционных фондах. В настоящее время первым из важных стимулов для осуществления регистрации коллекций является Инструкция по бухгалтерскому учету бюджетных учреждений РФ требующая учета коллекций БС как основных средств. Вторым стимулом должно стать ожидаемое требование о регистрации генетических ресурсов БС со стороны МНО РФ, подкрепленное соответствующими нормативными документами, определяющими стандарты регистрации и порядок ее осуществления.

С целью улучшения координации работ по сохранению биоразнообразия растений в БС России, повышения уровня информированности ботаников и мирового сообщества о существующих коллекциях редких растений и коллекциях БС в целом, рекомендуется: применять для регистрации коллекционных фондов растений стандартное программное обеспечение; ежегодно передавать сведения о коллекционных фондах садов в стандартном формате в Комиссию по применению информационных технологий СБСР для формирования единой ИПС. Созданная нами программа «Калипсо» может стать базовым программным обеспечением для регистрации коллекций БС. При этом существует возможность обеспечить подготовку пользователей, а также подготовку первоначальных БД для каждого БС, на основе существующих каталогов или текстовых файлов со списками растений. Для сбора информации от БС будут использоваться выходные формы локальных систем регистрации коллекций, поддерживающих международный формат передачи данных (ITF) о ботанических образцах.

Важнейшей основой для успеха процесса инвентаризации генетических ресурсов и организации регистрации растений в БС является наличие ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств», включающей сведения о десятках тысяч таксонов растений, культивируемых в БС. «ИПС» позволяет обеспечить каждый БС корректной номенклатурной информацией, а зачастую полными или

частичными сведениями о собственной коллекции сада (предоставленными ранее для формирования каталогов).

Для эффективной организации регистрации коллекций и передачи сведений в ИПС рекомендуется создать в каждом БС Центр (отдел) регистрации, оснащенный необходимыми техническими средствами и программным обеспечением. Наиболее перспективным подходом является регистрация образцов по мере поступления в БС. Работу по созданию Центров координирует СБСР через свои региональные отделения. Подготовка к созданию центров осуществляется посредством проведения региональных учебно-методических семинаров, проводимых для руководителей БС и сотрудников, занятых регистрацией коллекций.

Информационно аналитические ресурсы. О понятии информационного пространства ботанических садов. Сопряженное развитие информационных технологий, имеющих общую ботаническую направленность, формирует единое информационное пространство ботанических садов (ИПБС) (Андреев, Прохоров, 2002; Прохоров, 20026). ИПБС - информационная среда, доступ к которой обеспечивают ИТ, построенная с помощью интеграции информации на электронных носителях, включающая в себя локальные системы регистрации коллекций БС, гербариев и иных ботанических институтов, интегрированные ИПС, системы номенклатурной, таксономической, геоинформационной поддержки, цифровые (виртуальные) гербарии и базы таксономически информативных прижизненных изображений растений. И если, каждый отдельный компонент решает конкретную задачу, то ИПБС в целом становится принципиально новым инструментом изучения биологического разнообразия (генетических ресурсов) растений.

Достаточно типично, когда создание новых сущностей определяется с одной стороны, внутренними силами - интересом отдельных личностей, с другой стороны внешними факторами - изменившимися свойствами окружающей среды. Таков же ход событий в области внедрения ИТ в жизнь БС. Конкретный интерес отдельных специалистов к использованию ИТ для анализа коллекций, кураторов заинтересованных в учете коллекций - привели к возникновению первых БД. Анализ стратегии развития БС привел к возникновению международных стандартов, таких как ITF, и реализованных на их основе СУБД, таких как «BG-BASE», «BG-recorder» и «Kalunco». Заинтересованность общества в доступе к информации обо всей совокупности коллекций создала предпосылки для возникновения ИПС таких как «Multisite», «SysTax» и «ИПС». Наконец, современная

организация доступа к информации о коллекциях БС позволяет найти новые подходы к анализу процессов сохранения и мобилизации генетических ресурсов и координировать деятельность БС с целью увеличения ее эффективности по всему спектру функциональной активности БС.

ВЫВОДЫ

1. Эффективное сохранение и мобилизация генетических ресурсов растений ботаническими садами возможны лишь при создании системы информационной поддержки, состоящей из локальных систем регистрации коллекций, информационно-поисковых систем, систем номенклатурной и таксономической поддержки, баз таксономически информативных изображений, геоинформационных систем и других ресурсов информационного пространства ботанических садов.
2. Локальная система регистрации ботанических коллекций «*Kalunco*», поддерживающая международные стандарты обмена данными позволяет обеспечить инвентаризацию генетических ресурсов и создание автоматизированных банков паспортных и оценочных данных коллекционных фондов ботанических садов России.
3. Актуализируемая ИПС «Ботанические коллекции России и сопредельных государств» обеспечивает общедоступность сведений о коллекциях и является инструментом изучения деятельности ботанических садов по сохранению и мобилизации генетических ресурсов растений в России.
4. Исследования таксономического разнообразия коллекционных фондов ботанических садов России по отношению к мировой флоре, влияния ключевых климатических факторов на пространственное распределение генетических ресурсов сосудистых растений, эффективности сохранения видов растений флоры России, находящихся под угрозой исчезновения, подтверждают эффективность предложенных подходов и методов.

5. Система организационного, информационного и методологического обеспечения работ по изучению и сохранению генетических ресурсов растений в ботанических садах, позволяет оценить эффективность мобилизации и сохранения биологического разнообразия сосудистых растений в коллекционных фондах ботанических садов России и осуществлять координацию данной деятельности через СБСР, с учетом экологических факторов и приоритетов коллекционной политики.

6. Разработанные принципы и технологии создания информационных систем по биологическому разнообразию могут быть положены в основу комплексной информационной системы по биологическому разнообразию России.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Прохоров А.А. Концепция развития Ботанического сада ПГУ // Молодежная инновационная политика: Концепция развития Республики Карелия. Петрозаводск, 1993. С. 59—60.

2. Шредере А.М., Прохоров А.А., Тарасенко В.В., Дерусова О.А., Груздева Е.А. Комплексная информационная система «Ботанический сад» / А.А. Прохоров // Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях. СПб., 1995. (Материалы 2 Всесоюзного совещания), С. 44—45.

3. Груздева Е.А., Демидов И.Н., Заугольнова Л.Б., Красильщиков П.В., Куликова В.В., Куликов В.С., Лантратова А.С., Лукашов А.Д., Марковская Е.Ф., Прохоров А.А. Экосистемные исследования на территории Ботанического сада ПетрГУ // Бюллетень Главного Ботанического сада РАН. 1996. т. 173. С. 61—71.

4. Нестеренко М.И., Прохоров А.А. Унифицированная база данных для ботанических садов // Материалы Второго международного симпозиума «Старинные парки и проблемы их сохранения». Умань, 1996. С. 266.

5. Нестеренко М.И., Прохоров А.А., Груздева Е.А., Холодкова Е.Ю. «Калипсо» - база данных коллекционных фондов для ботанических садов // Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР. 1997. № 6. С. 53—57.

6. Нестеренко М.И., Прохоров А.А., Груздева Е.А., Холодкова Е.Ю. «Калипсо» - база данных коллекционных фондов для ботанических садов // Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях. СПб., 1997. С. 70—71.

7. Prokhorov A.A., Platonova E.A. Nature protection and plant conservation in the Botanic garden of Petrozavodsk State University, Russia // *Botanic Gardens Conservation News*. V.2. № 10. 1998. P. 42—43.
8. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Ботанические коллекции России в Интернете // *Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации*. (Тез. докладов Международной конференции). Москва, 1998. С. 167—169.
9. Нестеренко М.И., Прохоров А.А. «Калипсо» 4 - система управления данными о коллекционных фондах ботанических садов и гербариев // *Роль ботанических садов в сохранении растительного разнообразия*, Международная научная конференция, посвященная 160-летию со дня основания ботанического сада им. академика А.В. Фомина. Киев, 1999.
10. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Коллекции ботанических садов и дендрологических парков России в Интернете // *Совещание по проблемам интродукции хвойных растений в России*. Материалы. Сочи, 1999. С. 62—63.
11. Каталог Культивируемых древесных растений России, (под ред. Арнаутов Н.Н., Бобров А.В., Карпун Ю.Н., Коробов В.И., Прохоров А.А.) / *Сочи-Петрозаводск*, 1999. 173 с.
12. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Российские дендрологические коллекции в Интернете // *Проблемы дендрологии на рубеже XXI века*. Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН П.И.Лапина. Совещание по проблемам интродукции хвойных растений в России. Материалы. Москва, 1999. С. 279—280.
13. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Деятельность ботанического сада ПетрГУ по внедрению новых информационных технологий в ботанических садах // *Тезисы докладов международной научно-методической конференции "Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции и инновации"*, Петрозаводск, 1999. С. 41—42.
14. Прохоров А.А. Новые информационные технологии в ботанических садах СНГ // *Проблемы создания ботанических баз данных» (Рабочее совещание 24-26 октября 2000 г., Новосибирск. Тезисы докладов)*, М., Отделение по выпуску официальных изданий ФИПС, 2000. С. 65—67.
15. Нестеренко М.И., Прохоров А.А. Информационно-поисковая система "Ботанические коллекции в Интернете" // *Проблемы создания ботанических баз данных» (Рабочее совещание 24-26 октября 2000 г., Новосибирск. Тезисы докладов)*, М., Отделение по выпуску официальных изданий ФИПС, 2000. С. 53—55.

16. Прохоров А.А. Список электронных почт и адресов ботанических садов и арборетумов // Проблемы создания ботанических баз данных» (Рабочее совещание 24-26 октября 2000 г., Новосибирск. Тезисы докладов), М., Отделение по выпуску официальных изданий ФИПС, 2000. С. 92—96.
17. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Информационно-поисковая система «Ботанические коллекции России в Интернете» // Бюллетень Главного ботанического сада. 2000. т. 180. С. 124—128.
18. Прохоров А.А., Нестеренко М.И., Каштанов М.В., Платонова Е.А. Информационно-поисковая система «Ботанические коллекции России в Интернете». Коллекционные фонды охраняемых растений. Коллекционные фонды закрытого грунта // Тезисы 2-го международного Симпозиума «Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике». СПб, 2001. С. 104—105.
19. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Регистрация коллекций ботанических садов и гербариев с помощью «Калипсо» 4.5X». Английская и русская версии // Тезисы 2-го международного Симпозиума «Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике». СПб, 2001. С. 117—118.
20. Prokhorov A.A. Information-Searching System of Russian Botanical Gardens. Materials of Conference "Perspectives of information systems in botanical gardens and arborectums", 14-16 June, 2000, Koshice, Slovakia, 2001. P. 67—71.
21. 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 Driesh und W.Lobin (Bearb.) Bundesamt fur Naturschutz, 2001. P. 75—82.
22. Prokhorov A.A., Nesterenko M.I. Das Datenbankmanagementsystem CALYPSO fur 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 Driesh und W.Lobin (Bearb.) Bundesamt fur Naturschutz, 2001. P.83—92.
23. Prokhorov A.A. Computer registration of botanical collections and an effective distribution of the information about botanical gardens. Approach and technologies of the Petrozavodsk University Botanic Garden // The Third International Conference on Preservation of botanical collections (Beijing, China, September 23-26), 2001. P. 6—10.

24. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Использование системы «Калипсо» для регистрации коллекционных фондов ботанических садов и гербариев// Hortus botanicus. 2001. № 1. С. 69—77.
25. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Информационно-поисковая система «Коллекционные фонды ботанических садов»// Hortus botanicus. 2001. № 1. С. 78—85.
26. Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Методическое руководство по использованию системы регистрации коллекционных фондов ботанических садов и гербариев «Калипсо». Версии 4.53 // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова, Петрозаводск, 2001. С. 283—296.
27. Прохоров А.А. Проблемы создания информационной сети ботанических садов// Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР, Москва, 2001, № 12, С. 83-87.
28. Прохоров А.А. Конференция «Стратегия ботанических садов России в начале третьего тысячелетия», приуроченная к 50-летию ботанического сада ПетрГУ // Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР, Москва, 2001. № 12. С. 87—89.
29. Прохоров А.А. Проблемы создания Информационно-поисковой системы по коллекционным фондам ботанических садов СНГ// Бюлетень Державного Нікітського ботанічного саду. 2001. № 83. С. 87—89.
30. Прохоров А.А. Формирование информационного пространства ботанических садов // Информационные ресурсы России, 2002. № 3 (66), С. 10—13.
31. Прохоров А.А. Стратегия информационной поддержки изучения и сохранения биологического разнообразия на примере коллекций ботанических садов // Использование и охрана природных ресурсов России. 2002. № 5. С. 92-96.
32. Прохоров А.А. Обеспечение открытого доступа к информации о коллекционных фондах ботанических садов // Ботанический журнал. 2002. т. 87. № 11. С. 127—130
33. Андриусенко В.В., Каштанов М.В., Платонова Е.А. и 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.— Мн.: БГПУ, 2002. С. 6—7.
34. Андреев Л.Н., Прохоров А.А. Информационное пространство ботанических садов // Научный сервис в сети Интернет: Труды

Всероссийской научной конференции (23-28 сентября 2002 г., г.Новороссийск). М: Изд-во МГУ, 2002. С.256—257.

35. Андреев Л.Н., Андриусенко В.В., Каштанов М.В., Прохоров А.А. Разработка унифицированной системы регистрации гербарных фондов и коллекций ботанических садов. Реализация программы «Калипсо» на C++ Builder // Карелия и РФФИ (тезисы докладов научной конференции). Петрозаводск: КарНЦРАН, 2002. С. 81.

36. Прохоров А.А., Андриусенко В.В., Каштанов М.В., Платонова Е.А. Информационная система по коллекционным фондам ботанических садов России // Карелия и РФФИ (тезисы докладов научной конференции).- Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. С.94—95.

37. Прохоров А.А. Использование информационно-поисковой системы по коллекциям ботанических садов России и сопредельных государств в образовательных и научных целях // Тезисы докладов первой всероссийской конференции «Ботанические сады России в системе экологического образования» (13-17 июня 2003 г., Москва), М., 2003. С. 18.

38. Andreev L.N., Andriusenko V.V., Obuhova E.L., Prokhorov A.A., Veretennikova J.V. 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. Estonia, 2003. P. 4

39. Прохоров А.А. Некоторые проблемы регистрации коллекционных фондов растений в ботанических садах // Ботанические исследования в азиатской России. Материалы XI съезда Русского ботанического общества. Барнаул, 2003. т.3. С. 226—227

40. Андреев Л.Н., Андриусенко В.В., Дерусова О.В., Новолодский С.В., Прохоров А.А., Шредерс М.А. 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.

41. Андреев Л.Н., Прохоров А.А. Информационные технологии в инвентаризации генетических ресурсов ботанических садов России // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. (Материалы Третьей Международной научной конференции.23-25 сентября 2003 г. Санкт-Петербург). СПб., Ботанический сад БИН им. В.Л.Комарова РАН, 2003. С. 22—25

42. Прохоров А.А. Значение регистрации и предоставления открытого доступа к информации о коллекциях растений для инвентаризации генетических ресурсов и координации деятельности ботанических садов по сохранению биологического разнообразия // Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов: Материалы международного симпозиума (26-29 августа 2003 г., г. Бишкек, Киргизия). - Ботанический сад им. Э.Гареева НАН КР, 2003. С. 21-1—219.
43. Андреев Л.Н., Андрюсенко В.В., Веретенникова Ю.В., Обухова Е.Л., Прохоров А.А. Информационное пространство ботанических садов: от локальных СУБД к сетевому сервису // Материалы международного симпозиума «Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем», ЗИН, С.-Пб., 2003. С. 29—30.
44. Prokhorov A., Andriusenko W., Kashtanov M., Platonova E. Computer registration of botanical collections and effective distribution of information about botanical gardens. Approach and methods of the Petrozavodsk University Botanical Garden // Preserving botanical collections for the 21st century. Proceedings of the Third International Conference on the Preservation of botanical collections (Beijing, China, September 23-26), China science and technology press, Beijing, 2003. P. 94—108.
45. Информационно-поисковая система «Ботанические коллекции России и сопредельных государств: [Электронный ресурс]/ Ред. Прохоров А.А. и др. Web-мастер: Каштанов М.В., Андрюсенко В.В. 1997 Режим доступа: <http://garden.karelia.ru/>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус, англ.
46. Программное обеспечение для садоводов: [Электронный ресурс]/ Ed. Прохоров А.А. и др. Web-master: Каштанов М.В., Прохоров А.А. 2004 Режим доступа: <http://hortus.karelia.ru/com/soft.htm>; свободный. Загл. с экрана. Яз. рус, англ.
47. Совет ботанических садов России: [Электронный ресурс]/ Ред. Прохоров А.А. и др. Web-мастер: Каштанов М.В. 2002. Режим доступа: http://hortulanus.narod.ru/bgr/bgr_r.htm; свободный. Загл. с экрана. Яз. рус, англ.
48. Справочник по Ботаническим Садам России и стран пост-советского пространства.: [Электронный ресурс]/ Ред. Прохоров А.А. и др. Web-мастер: Каштанов М.В., Андрюсенко В.В. 1997 Режим доступа: http://garden.karelia.ru/look/bg_all.htm, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус, англ.

Подписано в печать 07.09.04. Формат 60x84 ¹/₁₆

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 2. Усл. кр.-отг. 11. Тираж 150 экз. Изд. № 6.

Петрозаводский государственный университет

Типография Издательства

Петрозаводского государственного университета

185640, Петрозаводск, пр. Ленина, 33

*** 16980**